

Ari Vuorela

# Sähköautojen latausratkaisut asuinkiinteistöille ja pysäköintialueille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

8.5.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ari Vuorela Sähköautojen latausratkaisut asuinkiinteistöille ja pysäköintialueille 49 sivua + 1 liite 8.5.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	lehtori Arja Ristola
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin sähköautoihin ja niiden lataamiseen liittyviä käsitteitä, joiden merkitys on tärkeä ymmärtää sähköautojen latausjärjestelmiä suunniteltaessa. Työssä käytiin läpi sähköautojen lataamiseen liittyviä suosituksia ja standardeja.</p> <p>Sähköautojen lataamisen ratkaisut ovat kehittyvää alaa, jossa tiedot vanhenevat varsin nopeasti. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää sähköautojen lataamisesta uusin, kirjoitushetkellä paikkansa pitävä tieto. Tavoitteena oli myös selvittää sähköautojen lataamiseen keskittyneiden yritysten tarjoamia ratkaisuja.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin lähteinä alan kirjallisuutta, standardeja ja asetuksia, verkkoaineistoa, sähköposteja sekä puhelinhaastatteluja.</p> <p>Asuinrakennuksen omistaville yhteisöille Suomessa aletaan vuoden 2018 aikana myöntää tukea sähköautojen lataamisen vaatimiin muutoksiin kiinteistöjen sähköjärjestelmissä. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) tulee ehdotuksen mukaan vaatimaan sähköautojen lataamisen huomioimista uusissa ja remontoitavissa asuinrakennuksissa. Sähköautojen yleistyminen lisää niiden lataamisen tarvetta asukasypysäköinnissä.</p> <p>Asuinkiinteistöissä ja pysäköintialueilla usean sähköauton yhtäaikaisessa lataamisessa tarvitaan kuormitusta tasaava järjestelmä. Sähkönkulutuksen oikeudenmukainen laskutus on tärkeää. Sähköautojen lataukseen keskittyneillä yrityksillä on tarjolla näihin tarpeisiin valmiita ratkaisuja, jotka eroavat toisistaan. Opinnäytetyössä selvitettiin tarjolla olleita vaihtoehtoja. Opinnäytetyön tuloksena valmistui liitteenä 1 oleva katsaus keväällä 2018 tarjolla olleisiin sähköautojen latausratkaisuihin.</p> <p>Opinnäytetyötä ja sen liitteessä esiteltyjä ratkaisuja voidaan käyttää sähköautojen latausratkaisujen suunnittelussa ja uusien vaihtoehtojen vertailussa tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	sähköauto, ladattava hybridi, latauspalvelu, vaihtoehdot, kuormanhallinta

Author Title Number of Pages Date	Ari Vuorela Electric Vehicle Charging Solutions for Residential Real Estates and Parking Areas 49 pages, 1 appendix 8 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructor	Arja Ristola, Senior Lecturer
<p>The Bachelor's study investigated concepts related to electric vehicles and charging of them. Concepts are important to understand when designing electric vehicles' charging systems. The thesis examines recommendations and standards for charging electric vehicles.</p> <p>Electric vehicle charging solutions are an evolving industry where data will be out-dated fairly quickly. The goal of the study was to find the latest information at the time of writing. The aim was also to find out the solutions offered by companies focusing on charging electric vehicles.</p> <p>The study used as sources literature, standards and regulations, online materials, emails, and telephone interviews.</p> <p>In 2018, the residences owned by communities in Finland will begin to get a grant to install charging system for electric vehicles. The Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), according to the proposal, will require the inclusion of electric vehicle charging in new and refurbished residential buildings. The growing popularity of electric vehicles is increasing the need for charging them in residential parking.</p> <p>In residential real estate and parking areas simultaneous charging of several electric vehicles requires a load balancing system. Fair billing for electricity consumption is important. Companies focusing on charging of electric vehicles offer ready-made solutions for these needs, which differ from one another. The thesis analyzed and presented the options available. As a result of this work, a review of an electric vehicle charging solutions available in spring 2018, was made in appendix 1.</p> <p>The Bachelor's thesis and the solutions presented in its appendix can be used in designing solutions for electric vehicle charging and in the future comparison of new alternatives.</p>	
Keywords	electric car, PHEV, charging service, alternatives, load management

# Sisällys

## Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Sähköautot	2
2.1	Sähköautojen historia	2
2.2	Sähköauto polttomoottoriautoon verrattuna	3
2.3	Sähköautojen tyypit	7
2.4	Sähköautojen valmistajia	11
3	Sähköautoilun standardeja	11
4	Sähköautojen latauspisteet	14
4.1	Käsitteitä	14
4.2	Latauspisteiden julkisuus	16
4.3	Lataustavat ja -liitännät	17
4.3.1	Lataustapa 1, kevyiden sähköajoneuvojen lataus	18
4.3.2	Lataustapa 2, hidas lataus	18
4.3.3	Lataustapa 3, peruslataus	20
4.3.4	Lataustapa 4, pikalataus	22
4.3.5	Poikkeavat lataustavat ja liitännät	24
4.3.6	Raskaan kaluston virroittimet	26
4.3.7	Johdoton induktiivinen lataus	26
4.4	Vaatimuksia sähkösuunnitteluun	27
4.5	Latauksen teho	30
5	Sähköautojen yleistyminen	32
5.1	Kansainväliset ilmastotavoitteet ja Suomea velvoittavat sopimukset	32
5.2	Sähköautoilun lisääntymisen hyödyt Suomelle	33
5.3	Sähköautojen myynnin kasvu	34
5.4	Latauspaikkojen lisääntyminen	36
5.5	Latausjärjestelmän hankinta asuinkiinteistöön ja pysäköintialueelle	37
6	Yhteenveto	39
	Lähteet	41

## Liitteet

- Liite 1. Yritysten tarjoamat latausratkaisut asuinkiinteistöille ja pysäköintialueille  
keväällä 2018

## Lyhenteet ja käsitteet

BEV	Battery Electric Vehicle. Täyssähköauto. Auto, jossa on vain sähkömoottori, ei polttomoottoria.
EV	Electric Vehicle. Sähköauto yleisesti. Joissain lähteissä tällä tarkoitetaan vain täyssähköautoja (BEV).
HEV	Hybrid Electric Vehicle. Ei-ladattava hybridauto.
Hybridi	Auto, jossa on sekä sähkö- että polttomoottori. Ladattava tai ei-ladattava hybridauto.
Kuormanhallinta	Järjestelmä, jolla hallitaan latausjärjestelmän kokonaisvirtaa rajoittamalla yksittäisten latauspisteiden virtaa.
Latausasema	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Sähköauton lataamiseen tarkoitettu paikka, yhden tai useamman latauspisteen muodostama kokonaisuus tai</li><li>2) Latauspisteessä oleva latauslaite.</li></ol>
Latauspiste	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Paikka yhden sähköajoneuvon lataamiseen tai</li><li>2) Latauslaite tai</li><li>3) Latauspistorasia tai kiinteästä latauslaitteesta tuleva latauskaapelin pistoke. Piste, jossa sähköajoneuvo on liitetty kiinteään asennukseen.</li></ol>
MID-hyväksytty kulutusmittari	Mittauslaitedirektiivin (Measuring Instrument Directive) mukaiseksi hyväksytty, tarkka sähkönkulutusmittari.
NFC	Near Field Communication, lähitunnistusteknologia, joka kuuluu yhtenä osa-alueena radiotaajuisen tunnistuksen teknologiaan Radio Frequency Identification (RFID).

**OCPP** Open Charge Point Protocol. Latauslaitteiden kommunikointiprotokolla. OCPP 1.5- ja OCPP 1.6 -yhteensopivuus mahdollistavat latauslaitteen liittämisen monenlaisiin taustajärjestelmiin.

**Paikallinen** Asennuspaikassa toimiva ohjelmisto. Ei-pilvipohjainen järjestelmä.

**Paikallinen käyttäjän tunnistus (Local Whitelist)**

Käyttötapa, jossa käyttäjä tunnistetaan laitteen sisään tallennetulta hyväksytyjen käyttäjien listalta. Tällöin laite ei välttämättä tarvitse yhteyttä taustajärjestelmään.

**PHEV** Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Ladattava hybridauto.

**Pilvipohjainen**

Järjestelmä, joka toimii verkossa, ja jonka hallintaan internetin kautta riittää usein verkkoselain (esim. Internet Explorer, Edge, Firefox).

**RFID/NFC-tunniste**

RFID- tai NFC-tekniikalla toimiva tunnistus, esim. avaimenperä. RFID- ja NFC-tekniikan ratkaisut voivat joskus olla yhteensopivia keskenään, mutta eivät ole aina. Yhteensopivuus riippuu mm. taajuusalueesta.

**Sähköauto** Auto, joka voi tarpeeksi usein ladattuna kulkea jatkuvasti sähkömoottorilla. Täyssähköauto tai ladattava hybridauto. Joissain lähteissä tällä tarkoitetaan vain täyssähköautoja (BEV).

**Taustajärjestelmä**

Latausjärjestelmää ohjaava, paikallinen tai pilvipohjainen tietojärjestelmä, jolla saadaan usein yhteydet myös muihin järjestelmiin.

**Turvavapautin**

Toiminto tai mekanismi, joka vapauttaa latauspistorasiaan latauksen ajaksi lukitun pistotulpan sähkökatkon sattuessa.

**Täyssähköauto**

Auto, jossa on vain sähkömoottori, ei polttomoottoria.

## Vehicle-to-Grid (V2G)

Sähkönsyöttö ajoneuvosta verkkoon päin, standardin SFS-EN ISO 15118 mukaisella tiedonsiirrolla.

## Älykäs latauslaite

Latauslaite, joka pystyy kertomaan tietotekniikan avulla tilastaan ulkopuoliseen tietojärjestelmään. Älykästä latauslaitetta voidaan ohjata ulkopuolilla ohjauskäskyillä.



## 1 Johdanto

Sähkökäyttöisiä autoja on käytetty autoilun alkuaajoista lähtien. Sähköautoilla ajettiin ensimmäiset autojen nopeusennätykset. Yli sata vuotta sitten sähköautot olivat Yhdysvalloissa jopa suosittumia kuin polttomootoriautot.

Sähköautoilun uutta tuleamista ja suurta kasvua on odotettu kauan. Niiden osuus autokannasta on vuonna 2018 edelleen häviävän pieni, mutta käänne yleistymiseen on tapahtunut. Sähköautojen määrä kasvaa maailmanlaajuisesti ja myös Suomessa. Tärkeimpinä syinä ovat kansainväliset ilmastotavoitteet, joihin Suomi on sitoutunut. Suomen kansallinen tavoite on saada tieliikenne lähes nollapäästöiseksi vuonna 2050.

Vuonna 2018 myönnetään rahallista tukea sähköautojen hankintaan sekä latausratkaisujen vaatimiin muutoksiin asuinkiinteistöjen sähköjärjestelmissä.

Sähköautojen määrän kasvuun on varauduttava monenlaisessa suunnittelussa, erityisesti rakennusten ja piha-alueiden sähkösuunnittelussa. Tässä insinööritöyssä pyritään selvittämään sähköautoihin ja niiden lataamiseen liittyviä käsitteitä ja käymään läpi sähköautojen lataamiseen liittyviä standardeja ja suosituksia.

Opinnäytetyön tavoitteena on myös selvittää kaikki vuoden 2018 keväällä sähköautojen latausratkaisuihin keskittyneet yritykset ja esitellä yritysten tarjoamia vaihtoehtoja. Rajanveto on yrityksissä, jotka tarjoavat myös asuinkiinteistöille ja pysäköintialueille sopivia latausratkaisuja. Työn tavoitteena on tuottaa sähköautojen latausratkaisuista tietopaketti, jota esimerkiksi sähkösuunnittelijat, taloyhtiöt ja pysäköintilaitokset voivat hyödyntää pohtiessaan sähköautojen latausratkaisuja.

Työ rajataan edullisimpiin vaihtosähköisiin (AC) lataustapoihin. Henkilöautoluokan sähköautojen latausjärjestelmien lisäksi käydään lyhyesti läpi myös raskaiden sähkökäyttöisten ajoneuvojen latausjärjestelmiä. Tasasähköiset (DC) pikalatausjärjestelmät, induktiivinen lataus sekä valmistajakohtaiset erikoisratkaisut jätetään lähemmän tarkastelun ulkopuolelle.

## 2 Sähköautot

### 2.1 Sähköautojen historia

Sähkökäyttöisten autojen suosio muihin vaihtoehtoihin verrattuna on vaihdellut. Ensimmäiset sähkökäyttöisten ajoneuvojen kokeilut tehtiin 1820-luvun lopulla heti sähkömoottorin keksimisen jälkeen. Siitä alkaen erilaisia sähkökäyttöisiä vaunujaan kehittivät esimerkiksi unkarilainen Ányos Jedlik, skotlantilaiset Robert Anderson ja Robert Davidson, sekä hollantilaiset Sibrandus Stratingh ja Christopher Becker. [1]

Varhaisimmat autojen nopeusennätykset tehtiin sähköautoilla [2]. Sadan kilometrin tuntinopeus ylitettiin keväällä 1899 belgialaisen Camille Jenatzyn ohjaamalla sähköautolla (kuva 1), jonka huippunopeudeksi mitattiin 105,85 km/h. Auto painoi 1450 kg. Autossa oli kaksi 25 kW:n sähkömoottoria yhteisteholtaan 50 kW. Akustona oli sata 2 V:n lyijyakkua, joista saatiin käyttöjännitteeksi 200 V. [3; 4; 5.]



Kuva 1. Sadan kilometrin tuntinopeus ylitettiin 1899 sähköautolla La Jamais Contente [6].

Yhdysvalloissa sähköautot olivat hyvin suosittuja 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa, jolloin niitä myytiin siellä jopa muita autoja enemmän. Vaihtoehtoina olivat tuolloin höyry-, polttomoottori- ja sähköauto. Polttomoottorikäyttöiset autot olivat meluisia ja ne savuttivat. Niitä oli vaikea kammata käyntiin. Höyrykäyttöiset autot olivat hiljaisia, mutta niiden käynnistys oli hidasta ja työlästä. Höyryautoja tehtiin 1930-luvun alkuun asti, jolloin erittäin kalliin höyryauto Doblen E-mallin huippunopeus oli jo 140 km/h. Sähkö-

autoja arvostettiin kaupunkiautoina meluttomuuden, hajuttomuuden ja helpon liikkeellelähden takia. Silloisten sähköautojen moottorinohjaustekniikka oli kuitenkin kehittymättömyyttä ja kuluttajille tehtyjen sähköautojen nopeudet alhaisia. Polttomoottorin tekninen kehittyminen, öljyn hinnan lasku sekä sarjatuotantoisten polttomoottoriautojen halvaksi laskeneet hinnat lopettivat sekä höyry- että sähköautojen kysynnän. Sähköautot katosivat vuoteen 1935 mennessä kaikkialta lähes kokonaan. [1; 3; 7, s. 35–38.]

Euroopassa sähköautot eivät saavuttaneet 1900-luvun alussa yhtä suurta suosiota kuin Yhdysvalloissa. Syynä saattoi olla Euroopassa suurempi tarve kulkea pitempiä matkoja kaupunkien ulkopuolelle [7, s. 35–38]. Suomen ajoneuvojen historiasta ei ole kattavaa dokumentointia [8, s. 8]. Löydettyissä lähteissä on vain harvoja mainintoja sähköautoista. Joitain sähköautoja Suomessa oli, esimerkiksi Helsingissä poliisilaitokselle hankittiin 1907 kaksi sähkökäyttöistä poliisiautoa ja Helsingin palolaitokselle hankittu ensimmäinen paloauto vuonna 1909 oli sähkökäyttöinen [9, s. A30]. Autoliikenne alkoi yleistyä Suomessa voimakkaasti vasta 1920-luvulla [10, s. 24; 11, s. 76, 182]. Sähköautojen ensimmäinen aalto ei oletettavasti kunnolla yltänyt Suomeen, jossa kaikenlaiset autot olivat vielä suuri ihmetyksen aihe ja sähkö hyvin harvinaista. [11, s. 106; 12, s.18.]

Yhdysvalloissa sähköautoilun suosio nousi hetkeksi 1990-luvulla, mutta polttoaineteollisuus vastusti sähköautojen lisäämistä, autonvalmistajat kokivat tuotantokustannukset liian korkeiksi ja sähköautojen valmistus lopetettiin.

Sähköautojen uusi yleistymisen on alkanut maailmanlaajuisesti 2010-luvulla. Niiden ensirekisteröinnit kasvavat jatkuvasti myös Suomessa.

## 2.2 Sähköauto polttomoottoriautoon verrattuna

### Hankintahinta

Sähköautot ovat olleet kalliimpia hankkia kuin polttomoottoriautot. Esimerkiksi 3.4.2018 Volkswagenin hinnaston [13] mukaan Volkswagen Golf -täyssähköauto (e-Golf 100 kW (136 hv) automaatti) maksaa ilman autoveroa 41 230 euroa (sis. alv. 24 %) ja sen arvioitu autoverollinen kokonaishinta on 42 551,09 euroa. Volkswagen Golf -bensiniäuto (Highline 1,5 TSI EVO 110 kW (150 hv) DSG-automaatti) maksaa ilman autoveroa 27 400 euroa ja sen arvioitu autoverollinen kokonaishinta on 32 139,70 euroa. Sähkö-

auton kokonaishintaa pienentää kevyempi autovero, mutta arvioitu kokonaishinta jää silti 10 411,39 euroa kalliimmaksi.

Suurin syy sähköauton kalleuteen on akusto [14]. Hankintahinnan takia sähköauto voi tulla edullisemmaksi vain halvempien energiakustannusten, pienemmän vuosittaisen verotuksen ja mahdollisesti halvempien vakuutus-, huolto- ja korjauskustannusten kautta. Volkswagenin hinnaston mukaan täyssähköinen malli kuluttaa sähköä 12,7 kWh / 100 km ja bensiinikäyttöinen kuluttaa bensiiniä 4,9 l / 100 km.

Täyssähköauton ja bensiiniauton lisäksi Volkswagenin hinnastosta löytyy hieman tehokkaampana myös sähkö-bensiinikäyttöinen Volkswagen Golf ladattava hybridauto (GTE Plug-In Hybrid 150 kW (204 hv) DSG-automaatti), joka maksaa ilman autoveroa 39 840 euroa ja sen arvioitu autoverollinen kokonaishinta on 41 766,92 euroa. Valmistajan mukaan ladattava hybridimalli kuluttaa bensiiniä 1,6 l / 100 km. Sähkömoottorilla kulutus on 11,4–12,0 kWh / 100 km. Maksimiteho 150 kW saadaan, jos moottorit toimivat yhtä aikaa. Pelkällä sähköllä auto pystyy kulkemaan maksimissaan 45–50 km. [15.]

#### Polttoaine akkujen kilpailijana

Akuston kehittymättömyys on ollut monella tavalla esteenä sähköautojen yleistymiselle. Suuri akkukapasiteetti on kallis ja painaa paljon. Kovin kevyellä ja pienellä akkumäärällä kulkumatka jää lyhyeksi. Kun akut ovat tyhjä, niiden lataaminen suositeltavilla virroilla kestää kauan. Nopeammalla pikalatauksella akut lämpenevät ja rasittuvat enemmän [16], mutta silti niiden täyteen lataamiseen menee selvästi enemmän aikaa kuin polttomoottoriauton tankin täyttämiseen. Polttomoottoriautoon tottuneelta autoilijalta tarvitaan asennemuutosta hyväksyä sähköauton lataamisen hitaus ja pitemmät tauot ennen matkan jatkamista. Hybridautolla voidaan pitkillä matkoilla käyttää polttomoottoria, mutta täyssähköautolla ovat riittävän usein toistuvat lataustauot pakollisia.

Tankaamisen nopeusero ja sähköauton tarvitsema suuri akkukapasiteetti tulevat ymmärrettävämmiksi, kun muistetaan bensiinin ja dieselöljyn suuri energiatiheys. Bensiinin lämpöarvo on noin 8,96 kWh/l ja dieselöljyn vielä suurempi, noin 10,05 kWh/l [17, s. 2]. Bensiinilitra painaa noin 0,75 kg [18] ja dieselöljylitra noin 0,845 kg [19, s. 9].

Bensiinikäyttöisen auton esimerkiksi 50 litran täysi tankillinen sisältää tällöin energiaa noin 448 kWh ( $50 \text{ l} \cdot 8,96 \text{ kWh/l} = 448 \text{ kWh}$ ) ja polttoaine painaa noin 38 kg

( $50 \text{ l} \cdot 0,75 \text{ kg/l} \approx 38 \text{ kg}$ ). Dieselkäyttöisellä autolla samankokoinen täysi tankillinen sisältää energiaa noin 503 kWh ( $50 \text{ l} \cdot 10,05 \text{ kWh/l} \approx 503 \text{ kWh}$ ) ja polttoaine painaa noin 42 kg ( $50 \text{ l} \cdot 0,845 \text{ kg/l} \approx 42 \text{ kg}$ ).

Polttoainetta tankattaessa huoltoaseman pumppu voi syöttää polttoainetta auton tankkiin esimerkiksi noin 0,6 litraa sekunnissa, jolloin esimerkiksi 50-litraisen tankin täyttämiseen [20] kuluu aikaa noin puolitoista minuuttia ( $50 \text{ l} / 0,6 \text{ l/s} \approx 83 \text{ s}$ ).

Edellä olevat laskut ovat yksinkertaistettuja, eivätkä ota huomioon esimerkiksi lämpötilan vaikutusta polttoaineen tiheyteen. Tulokset osoittavat silti polttoainetankin energiamäärän suuruuden.

Sähköautojen markkinoilla keväällä 2018 suurin akusto löytyy mallista Tesla Model S P100D, jossa kapasiteetti on 100 kWh. Akusto painaa noin 600 kg [21]. Teslan Super Charger -pikalatausasemalla tämän auton saa ladattua tyhjästä täyteen nopeimmillaan noin yhdessä tunnissa [22].

Akuston elinikä on rajallinen. Ennen aikaista ikääntymistä ja kapasiteetin laskua pyritään estämään. Yksi keino on rajoittaa sähköautojen akuston käyttöä niin, ettei akusto lataannu aivan täyteen eikä tyhjene aivan tyhjäksi. [23, s. 23.]

Lataamisessa on toisaalta huomioitava, että tyhjän akuston lataus sujuu alussa paljon nopeammin kuin akuston ollessa jo lähes täysi. Sähköauton lataus hidastuu noin 70–80 % varaustasosta alkaen. Jos akustoa ei ole pakko ladata aivan täyteen, selvittää lyhyemmällä latausajalla. Esimerkiksi edellä mainittu Tesla Model S P100D lataantuu Super Charger -pikalatausasemalla 80 % varaukseen noin 30 minuutissa. [24; 25.]

## Hyötysuhde

Polttomoottorin huono hyötysuhde vie polttomoottoriautoilta bensiinin tai dieselöljyn tuoman edun. Parhaimmillakin uusien autojen polttomoottoreilla hyötysuhteen maksimi arvot optimaalisella kuormituksella ja kierrosluvulla ovat dieselmoottoreilla korkeintaan 45 % ja bensiinimoottoreilla vain noin 35 %. Normaaaleissa käyttötilanteissa hyötysuhteet jäävät selvästi näitäkin arvoja pienemmiksi.

Parhaimmilla sähkömoottoreilla hyötysuhde on noin 96 % [26]. Nykyaikaisten sähköautojen moottoreita ohjataan tehoelektroniikalla. Tehoelektroniikka mahdollistaa täyden vääntömomentin ja hyvän hyötysuhteen jo matalilla kierrosluvuilla. Moottorin ohjaus-elektroniikan hyötysuhde voi olla yli 96 % [27, s. 14]. Moottorin ja ohjaus-elektroniikan kokonaishyötysuhde on hyötysuhteiden tulo, esimerkkitapauksessa se olisi  $0,96 \cdot 0,96 \approx 0,92$  eli noin 92 %.

Autojen kokonaishyötysuhteeseen vaikuttavat myös esimerkiksi vaihteisto, tasauspyörästö, voimansiirto, renkaat ja ilmanvastus, jotka voivat olla osittain samat molemmissa moottorivaihtoehtoissa. Sähköauton vaihteistoksi riittää usein pienihäviöinen alennusvaihte. Liikenne- ja viestintäministeriön mukaan [28, s. 10–11] polttomoottoriauton hyötysuhde on alle 25 % ja akkusähköautojen hyötysuhde 50–70 %. Sähköauto voidaan toteuttaa myös jokaisen pyörän omalla moottorilla, kuten kuvassa 2 oleva Metropoliasa kehitetty E-RA-sähköauto, jolla ajettiin katulaillisten sähköautojen kierrosennätys Nürburgringin kilparadalla vuonna 2015. [29; 30.]



Kuva 2. Metropoliasa kehitetty E-RA-sähköauto [31].

Hyvien sähkömoottoreiden ja moottorinohjauksen ansiosta sähköautot tarvitsevat vähemmän energiaa ajokilometriä kohti kuin polttomoottoriautot. Tämä vähentää akkukapasiteetin tarvetta merkittävästi. Lisää etua sähköautot saavat polttomoottoriautojen tyhjäkäynnistä eri tilanteissa, jota sähköautoilla ei ole. Kylmäkäynnistyksessä polttomoottoriauto vaatii normaaliajoakin rikkaampaa polttoaineen syöttöä pysyäkseen käyn-

nissä. Sähkömoottorit eivät myöskään kuluta öljyä ja ovat polttomoottoreita yksinkertaisempia rakenteeltaan.

### 2.3 Sähköautojen tyypit

Sähköauton (*Electric Vehicle (EV)*) määritelmä vaihtelee eri lähteissä. Tiukimman rajauksen mukaan sähköautoja ovat vain täyssähköautot. Laajimman rajauksen mukaan sähköautoja ovat kaikki autot, joille sähkömoottori voi antaa kulkuvoimaa. Tässä opinäytetyössä käytetään yleistä määritelmää, jonka mukaan sähköautoja ovat autot, jotka voivat tarpeeksi usein ladattuina kulkea pelkästään sähkömoottorin voimalla. Sähköauto voi tekniikkansa puolesta olla hybridi-, polttokenno- tai täyssähköauto.

Sähköautoilua koskevilla verkkosivuilla käytetään perinteisestä polttomoottorista usein lyhennettä ICE (*Internal combustion engine*) [32, s. 5]. Sähköautoihin ja hybrideihin viitattaessa käytetään runsaasti erilaisia käsitteitä ja lyhenteitä. Tässä luvussa käydään läpi niistä yleisimpiä.

#### Hybridiautot eli hybridit

Hybridiautossa on täyssähköauton tapaan sähkömoottori ja akut, mutta lisäksi myös polttomoottori. Vaihteisto on yleensä automaattivaihteisto tai portaaton. Sähkömoottori saa energiansa akuista. Hybridiautot voidaan jakaa kahteen pääryhmään, ei-ladattaviin ja ladattaviin hybrideihin. Molemmat voidaan toteuttaa erilaisin tavoin.

#### Ei-ladattava hybridiauto

Ei-ladattavaa hybridiautoa (*Hybrid Electric Vehicle (HEV), Hybrid*) kutsutaan vielä vuonna 2018 usein ”tavalliseksi” hybridiautoksi. Ei-ladattavassa hybridiautossa ei ole ulkopuolista latausmahdollisuutta ja sen akusto on pienempi kuin ladattavassa hybridissä. Ei-ladattavan hybridin akut lataantuvat vain jarrutusenergian talteenotolla tai polttomoottorin pyörittämällä generaattorilla. Ei-ladattavia hybridejä ei voida pitää varsinaisina sähköautoina. Ne käydään tässä läpi vain käsitteiden esittelemiseksi ja vertailukohtina ladattavaan hybridiin.

*Täyshybrid*i on yksi nimitys ”tavalliselle” ja kehittyneimmälle ei-ladattavalle hybridiautolle. Sillä voidaan ajaa polttomoottori sammutettuna, pelkällä sähkömoottorilla muutamia kilometrejä. Tämä riittää usein auton liikutteluun esimerkiksi kaupunkien ruuhkaisissa jonoissa. Polttomoottori käynnistetään kun tehoa tarvitaan lisää ja viimeistään silloin kun akustoa täytyy ladata. Ajoakuston jännite on yleensä 200–600 V. [33; 34, s. 10.]

*Kevythybrid*issä sähkömoottoria käytetään polttomoottorin apuna tehoa vaativissa tilanteissa ja liikkeellelähdyksissä. Sähkömoottori on usein perinteistä käynnistysmoottoria järeämpi, vauhtipyörän tilalle asennettu käynnistingeneraattori (*Integrated Starter Generator (ISG)*), joka huolehtii myös auton latauksesta. Kevythybridin polttomoottori on ajettaessa aina käynnissä, tosin joillakin automalleilla voidaan ajaa pelkällä sähkövoimalla kymmeniä sekunteja. Ajoakuston jännitetaso on autosta riippuen 42–160 V. [33; 34, s. 9.]

*Mikrohybrid*issä polttomoottori on ainoa autoa liikuttava moottori. Mikrohybridissä on ns. Start-Stop-tekniikka, jolla polttomoottori automaattisesti sammutetaan pysähdydessä ja käynnistetään liikkeelle lähdettäessä. Perinteinen käynnistysmoottori voi olla korvattu käynnistingeneraattorilla. Akkujännitteenä on normaali 12 V. Mikrohybrideissä käytetään tavallista lyijyakkua kestävämpää AGM (Absorption Glass Mat) -akkua. Nimityksestä huolimatta mikrohybridi ei ole hybridiauto. [34, s. 8–9; 35.]

#### Ladattava hybridiauto

Ladattavan hybridiauton (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV), Plug-in hybrid*) akusto voidaan ladata myös ulkoisesta sähkölähteestä auton latausliitännän kautta, täyssähköauton tapaan. Ladattavaa hybridiä voidaan pitää sähköautona, koska sitä voidaan käyttää jatkuvasti ilman polttoainetta. Akuston kapasiteetti riittää noin 25–100 km:n sähköiseen ajoon.

#### Moottorien yhteiskäyttö rinnakkais- tai sarjahybridinä

Ei-ladattavien ja ladattavien hybridiautojen poltto- ja sähkömoottorit voivat olla käytävissä rinnakkaisesti tai sarjassa.

*Rinnakkaishybrid*issä sekä sähkö- että polttoainemoottori voivat tuottaa auton pyörille mekaanista voimaa. Automallista riippuen moottoreita voidaan käyttää yhtä aikaa tai



myös yksi kerrallaan. Usein polttomoottori kytkeytyy automaattisesti käyntiin, jos tehoa tarvitaan enemmän. Nelivetoisessa mallissa voi olla etuakselille kytkettynä polttomoottori ja taka-akselille sähkömoottori. Etuvetoisissa autoissa sähkömoottori on polttomoottorin ja vaihteiston yhteydessä.

*Sarjahybridissä* mekaaninen voima pyörille saadaan aina vain sähkömoottorilla. Autos-  
sa oleva polttomoottori pyörittää generaattoria, jolla tuotetaan virtaa akustoon ja sähkömoottorille. Tämä mahdollistaa pienen ja yksinkertaisen polttomoottorin, joka voidaan sijoittaa autossa vapaasti. Polttomoottoria voidaan käyttää ajonopeudesta riippumatta koko ajan optimaalisimmalla kierrosluvulla ja kuormituksella. Ei-ladattavassa sarjahybridissä polttomoottorin käyttö on välttämätöntä [36]. Tälle vastakohtana ovat sellaiset ladattavat sarjahybridit, jotka käyttävät ns. Range Extender -tekniikkaa (*Range-Extended Electric Vehicles (REEV)*, *Range-Extended Battery-Electric Vehicle (BEVx)*). Niissä polttomoottori käynnistyy vain jos on pakko, eli kun akusto on käytännössä tyhjä. Esimerkkinä on kuvassa 3 oleva BMW i3 Range Extender.



Kuva 3. BMW i3 Range Extender [37].

BMW i3 Range Extender on saanut BEVx-luokituksen [38, s. I-3]. Auton polttoainetankin koko on tarkoituksella vain yhdeksän litraa.

*Rinnakkais- ja sarjahybridin yhdistelmät* ovat yleinen ratkaisu uusissa hybridautoissa. Sähkömoottoreita voi olla esimerkiksi kaksi. Ne voivat olla yhteen liitettynä pakettina polttomoottorin ja vaihteiston kanssa. Esimerkkinä käy Opel Ampera -nimisenä Suomessa myynnissä ollut Chevrolet Volt. Sen E-REV (*Extended-Range Electric Vehicle*) -ratkaisussa voidaan heikossa lataustilanteessa ja kovassa tehontarpeessa kytkeä polttomoottori mekaanisesti voimansiirtoon, sähkömoottorin avuksi. Tällöin auto toimii rinnakkaishybridinä. Ajotilanteen muuttuessa polttomoottorin mekaaninen yhteys voimansiirtoon avataan, jolloin auto alkaa toimia sarjahybridinä. Polttomoottori pyörittää yhtä sähkömoottoria generaattorina ja toinen sähkömoottori antaa mekaanisen voiman renkaille. Kytkenät muuttuvat automaattisesti tehontarpeen ja akun varaustilanteen mukaan. Jos ajoon lähdetään täydellä latauksella, E-REV mahdollistaa kymmenien kilometrien ajon polttomoottori sammutettuna pelkällä sähkömoottorilla. Tällä tavoitteellaan myös Range-Extended-ominaisuutta. [39; 40.]

#### Polttokennoauto eli vetyhybridi

Polttokennoauto eli vetyhybridi eli vetyauto (*Fuel Cell Vehicle (FCV)*, *Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)*, *Hydrogen Vehicle*) on auto, joka pystyy tuottamaan tarvitsemansa sähkön polttokennolla. Sarjahybridistä poiketen polttokennoautossa on vain sähkömoottori. Polttokennoautoon tankataan sähköntuotantoreaktiossa tarvittavaa kaasua, tyypillisesti puhdasta vetyä. Pakokaasuna tulee tällöin pelkkää vettä. [41.]

Polttokennoauto ei tarvitse ulkopuolelta annettavaa sähkönlatausta, mutta siitä voidaan tehdä myös ladattava. Polttokennoauto on tekniikaltaan täyssähköautoa monimutkaisempi ja polttokennon takia sen hyötysuhde on täyssähköautoa heikompi. Vetyautoja on keväällä 2018 Suomessa rekisteröitynä vain yksi, Voikosken kaasutehtaan esittely-auto. Ainoa tankkauspiste on Voikoskella. [42; 43.]

#### Täyssähköauto

Täyssähköauto (*Battery Electric Vehicle (BEV)*, joskus myös *Electric Vehicle (EV)*) on auto, joka kulkee pelkästään sähkömoottorilla ja saa energiansa akuista. Akusto ladataan ulkopuolisesta latausliitännästä. Täydellä latauksella suurin mahdollinen ajomatka (*Range*) on autosta riippuen noin 100–600 km. [44; 45; 46.]

## 2.4 Sähköautojen valmistajia

Monet autonvalmistajat ovat lisänneet valikoimiinsa hybridi- ja täyssähköautoja. Vuonna 2017 Suomen myydyimpien ladattavien hybridautojen valmistajia olivat Mercedes-Benz, BMW, Volvo ja Volkswagen. Myydyimpiä täyssähköautoja olivat Tesla, Nissan, Renault, Volkswagen ja BMW. [47; 48.]

Yhdysvaltalainen Tesla on ollut ehkä tärkein autonvalmistaja sähköautoilun uudessa tulemisessa. Tesla valmistaa ainoastaan täyssähköautoja. Tesla on kallis urheiluauto, jossa on erittäin hyvä kiihtyvyys ja sähköautoksi pitkä toimintasäde. Hinnastaan huolimatta Tesla on ollut suosituin täyssähköauto myös Suomessa [47].

## 3 Sähköautoilun standardeja

Standardointi mahdollistaa sähköajoneuvojen ja latausjärjestelmien valmistajille edullisemman sarjatuotannon, parantaa sähköautoilun kilpailukykyä ja laajentaa markkinoita. Yritykset voivat saada kilpailuetua liittymällä standardointijärjestöjen toimialayhteisöihin ja osallistumalla sitä kautta itse standardien kehittämiseen. [49.]

Käyttäjille standardit tuovat luotettavuutta ja turvallisuutta sekä helpottavat järjestelmien kilpailutusta.

Standardointi on maailmanlaajuisesti jaettu kolmeen pääryhmään: sähköala, muut alat ja teleala. Jokainen kolmesta pääryhmästä sisältää kolme alueellista tasoa, jotka Suomen kohdalla ovat: maailmanlaajuinen eli kansainvälinen taso, eurooppalainen taso ja Suomen kansallinen taso. Suomelle tärkeimmät organisaatiot ovat taulukossa 1. Muissa maanosissa ja maissa on omia standardoinnin organisaatioitaan. [50.]

Sähköalan standardointia hoitaa maailmanlaajuisesti IEC (International Electrotechnical Commission) ja Euroopan tasolla CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique).

Muiden kuin sähkö- ja telealojen standardointia hoitaa maailmanlaajuisesti ISO (International Organization for Standardization) ja Euroopan tasolla CEN (Comité Européen de Normalisation).

Telealan standardointia hoitaa maailmanlaajuisesti ITU (International Telecommunication Union) ja Euroopan tasolla ETSI (European Telecommunications Standards Institute).




Suomen kansallisella tasolla standardoinneista huolehtii keskusjärjestönä SFS (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry). SFS ei tee standardointityötä yksin. Standardointityöt on hajautettu toimialoihin. Joidenkin erityisalojen standardointia lukuun ottamatta SFS vastaa itse vain horisontaalisista, toimialarajat ylittävistä asioista.

Eri toimialojen standardien sisällöistä neuvottelevat tehtävään nimetyt suomalaiset toimialayhteisöt. Toimialayhteisöistä vahvimman roolin ovat saaneet sähköalaa hoitava SESKO ry ja telealaa hoitava Viestintävirasto. Ne edustavat toimialaansa itsenäisesti Suomen jäsenenä myös kansainvälisissä järjestöissä IEC ja CENELEC sekä ITU ja ETSI. [51, s. 12.]

Muiden alojen standardoinnissa ISOssa ja CEN:ssä Suomen jäsenenä on SFS. Muiden alojen toimialayhteisöt osallistuvat kuitenkin standardointityöhön ISO:n ja CEN:n teknisissä komiteoissa (Technical Committee, TC). [51, s. 12–15; 52; 53.]

Taulukko 1. Standardoinnin tärkeimmät Suomea koskevat organisaatiot [54, s. 11].

#### STANDARDISOINNIN TASOT

	Sähköala	Muut alat	Teleala
<b>Maailmanlaajuinen taso</b> 	<b>IEC</b> International Electrotechnical Commission	<b>ISO</b> International Organization for Standardization	<b>ITU</b> International Telecommunication Union
<b>Eurooppalainen taso</b> 	<b>CENELEC</b> European Committee for Electrotechnical Standardization	<b>CEN</b> European Committee for Standardization	<b>ETSI</b> European Telecommunications Standards Institute
<b>Kansallinen taso</b> 	<b>SESKO</b> Sähköteklinen ala	<b>SFS</b> Suomen Standardisoimisliitto SFS toimialayhteisöineen	<b>VIESTINTÄVIRASTO</b> Teleala

Sähköautoiluun liittyy sekä sähköalan että myös muiden alojen standardointia. Standardiehdotukset laaditaan organisaatioiden teknisissä komiteoissa ja työryhmissä. [55.]

Sähköalan standardointia käsitellään IEC:n ja CENELEC:n teknisissä komiteoissa. Sähköautoilulle tärkeitä komiteoita ovat latausjärjestelmien standardoinnissa IEC/TC 69 "Electric road vehicles and electric industrial trucks" sekä EN-standardien valmistelussa CENELEC/TC 69X "Electrical systems for electric road vehicles". Sähköautojen ratkaisuihin vaikuttavat myös lukuisat elektronisia komponentteja käsittelevät komponenttikomiteat, akkukomitea IEC/TC 21 ja pistokytinkomitea IEC/SC 23H. Sähköalan teknisissä komiteoissa Suomea edustajaa SESKO ry:n komitea SK 69. Muita tärkeitä sähköalan standardeja SESKO työstää toisissa komiteoissaan. Esimerkiksi pienjännitesähköasennuksia käsitellään komiteassa SK 64. [49; 56; 57; 58.]

Ajoneuvoihin liittyvää muun alan standardointia käsitellään paljon ISO:n teknisessä komiteassa ISO/TC 22 "Road vehicles" ja Euroopan tasolla CEN:n teknisessä komiteassa CEN/TC 301 "Road vehicles" [56]. Ajoneuvoihin liittyvän muun alan teknisissä komiteoissa Suomea edustajaa YTL (Yhteinen Toimialaliitto ry, ent. Yleinen Teollisuusliitto ry). YTL vastaa SFS:n toimialayhteisönä muun muassa ajoneuvo-, logistiikka- ja kuljetusalan sekä älyliikenteen standardointityöstä. YTL:n ajoneuvovalmistajien jaostoon kuuluu suomalaisia ajoneuvo- ja kuljetusväline-teollisuuden yrityksiä sekä komponentti-valmistajia. [53; 59; 60.]

Telealan standardeja tarvitaan esimerkiksi sähköautojen latausjärjestelmien tietoliikenneyhteyksissä. Telealan standardointia hoitaa Viestintävirasto [61]. Opinnäytetyön aiheen rajauksen vuoksi telealan standardointia ei käsitellä.

## 4 Sähköautojen latauspisteet

### 4.1 Käsitteitä

Sähköauton latauksen käsitteet eivät ole vielä vakiintuneita. Sanojen merkitykset vaihtelevat eri lähteissä. Tällaisia sanoja ovat esimerkiksi ”latausasema” ja ”latauspiste”.

*Latausasema* voi tarkoittaa kahta eri asiaa:

- Sähköauton lataamisjärjestelmää ja paikkaa, joka voi sisältää yhden tai useamman latauslaitteen [62, s. 6]. Latausasema voi olla esimerkiksi perinteisen polttoaineaseman tapainen paikka, jossa on yksi tai useampi latauspiste. Latausasema on tällöin latauspisteiden ja mahdollisesti muiden laitteiden muodostama kokonaisuus [63]. Tämä merkitys olisi loogisesti yhtenevä käsitteille ”rautatieasema”, ”polttoaineasema” jne.
- Latauspisteessä olevaa latauslaitetta, johon on kiinnitetty esimerkiksi lataustavan 3 tyypin 2 liitin. Samassa laitteessa, latausasemassa, voi olla myös useita latausliitäntöjä. Jotkin laitevalmistajat esitteissään ja esimerkiksi SESKO ry suosituksissaan ovat käyttäneet latausasema-sanaa tässä merkityksessä [64, s. 5]. Suositusten seurauksena tämä, hieman epäloogisempi merkitys saattaa vakiintua käyttöön.

*Latauspiste* voi tarkoittaa vaihtelevasti eri asioita:

- Pysäköintipaikkaa yhden sähköauton lataamista varten [62, s. 6]. Tämä merkitys mainitaan esimerkiksi Suomen laissa (478/2017, 3 § 1) [65, 3 § 1]. Lakitekstissä latauspiste voi tarkoittaa myös yhden auton akunvaihtopaikkaa.
- Latauspistorasiaa, kiinteästä latauslaitteesta tulevaa latauskaapelia tai itse latauslaitetta, johon voidaan kytkeä yksi auto.
- Latauspiste-sanaa käytetään välillä myös useamman kuin yhden auton liitäntään sopivasta latauslaitteesta [66].

”Latauspisteellä” voidaan siis joissain tilanteissa tarkoittaa täsmälleen samaa latauslaitetta kuin ”latausasemalla”. SESKO käyttää lataussuosituksessaan sanaa ”latauspiste” yleisnimityksenä latauksen pistorasialle tai latauslaitteen kiinteälle latausjohdolle [64, s. 5].

*Liitäntäpiste* on huomattavasti selkeämpi käsite kuin latauspiste. Liitäntäpiste tarkoittaa latauspistorasiaa tai kiinteän latauslaitteen osana olevan latauskaapelin pistoketta. Kiinteässä latauslaitteessa voi olla useita liitäntäpisteitä. Tätä suositeltavaa sanaa käytetään esimerkiksi standardissa SFS 6000-7-722:2017. [67, s. 6.]

Käsitteiden epämääräisyys voi aiheuttaa todellisia väärinkäsityksiä ja ongelmia, kun arvioidaan esimerkiksi asennustyön sisältöä tai latauslaitteiden lukumäärää. Sopimuksia tehtäessä on syytä varmistaa, mitä toinen osapuoli sanoillaan tarkoittaa. Halutusta lopputuloksesta voi olla hyvä piirtää kuva.

*Kuormanhallinta* tarkoittaa latausjärjestelmän kykyä seurata ja rajoittaa yksittäisten latauspisteiden virtaa tilannekohtaisesti. Kuormanhallinta on tärkeä ominaisuus, jos samaan sähköliittymään on asennettu useita latauspisteitä. Käytettävissä oleva teho voidaan jakaa kaikille latausta odottaville. Kokonaisteho saadaan rajoitettua sähköliittymän ja kaapeloinnin kestävyysmukaisiksi. Kuormanhallinnan ansiosta voidaan säästää merkittävästi kaapelointikustannuksissa ja sähköliittymän koossa.

*Älykkäät latauslaitteet* tunnistavat käyttäjän. Tunnistaminen voi tapahtua paikallisesti, laitteeseen tallennetun hyväksytyjen käyttäjien listan (Local Whitelist) avulla. Kehittyneempi tapa on yhdistää laite tietoliikenneyhteyksillä taustajärjestelmään OCPP-protokollan (Open Charge Point Protocol) avulla. Älykkään latausjärjestelmän ansiosta käyttäjä voi esimerkiksi verkkosivun tai mobiilisovelluksen kautta maksaa latauksen ja hallita sitä. Kulutetun sähkön määrä mitataan reaaliaikaisesti. Älykäs latausjärjestelmä tuo kuormanhallintaan uusia mahdollisuuksia. Lisähintaa maksaneille tunnistetuille käyttäjille voidaan jakaa muita enemmän virtaa. Älykäs kuormanhallinta voi tarkkailla sähkön hintaa sähköpörssissä ja säätää myös sen perusteella latauksen tehoa. Mahdollisuuksia on monia. [65, 3 § 6]

*Open Charge Point Protocol eli OCPP-protokolla* on älykkäiden latauslaitteiden yhdistämisen tapa. Vuonna 2018 yleisesti käytössä ovat versiot OCPP 1.5 ja OCPP 1.6.

Jos latauslaite on OCPP 1.5- ja OCPP 1.6 -yhteensopiva, se voidaan yhdistää eri merkkisiin ja eri operaattoreiden taustajärjestelmiin.

*Taustajärjestelmä* on latauspisteitä ohjaava tietotekninen järjestelmä, joka tarvitaan laitteiden älykkääseen ohjaamiseen. Usein taustajärjestelmä yhdistää latauslaitteen käyttäjänhallintaan ja muihin tietojärjestelmiin. Usean latauspisteen järjestelmässä taustajärjestelmä yleensä ohjaa myös kuormanhallintaa [63; 68, s. 2.]

## 4.2 Latauspisteiden julkisuus

Latausasemat ja niissä olevat latauspisteet voidaan jakaa käyttäjäryhmien mukaisesti kolmeen ryhmään: julkisiin, puolijulkisiin ja yksityisiin latauspisteisiin.

Julkinen latauspiste on kaikille avoin. Julkisia ovat esimerkiksi juna- ja metro-asemien, kadunvarsien, julkisten pysäköintialueiden ja -laitosten latauspisteet. Myös valtion ja kuntien kiinteistöjen latauspisteet ovat julkisia. [69, s. 8.]

Puolijulkinen latauspiste on myös kaikille avoin. Ero julkiseen on lähinnä se, että puolijulkinen latauspiste sijaitsee yksityisalueella, esimerkiksi huoltoaseman pihalla tai kaupallisessa pysäköintilaitoksessa. [69, s. 8.]

Puhuttaessa ”julkisista” latauspisteistä tarkoitetaan usein myös puolijulkisia latauspisteitä. Näiden ulkopuolelle jäävät tällöin vain yksityiset latauspisteet.

Yksityinen latauspiste on tarkoitettu vain tiettyjen tahojen omaan käyttöön, esimerkiksi vain talon asukkaille tai työpaikan omille työntekijöille. Latauspisteet voivat sijaita esimerkiksi yksityisessä pysäköintitilassa, johon on usein vain rajoitettu pääsy. [69, s. 8.]

Kaikilla edellä mainituilla, myös julkisilla latauspisteillä, voi olla aikarajoituksia ja maksuja. [69, s. 8.]



#### 4.3 Lataustavat ja -liitännät

Tässä luvussa käydään läpi yleisesti käytössä olevat sähköautojen lataustavat sekä auton ja latauspisteen väliset liitännät. Sähköautojen erilaisia lataustapoja ovat

- pistokkeella kytkettävät vaihtosähköiset (AC) lataustavat 1, 2 ja 3, joissa autoon syötetään vaihtosähköä. Autossa on tasasuuntaaja, joka lataa akuston. AC-lataustavat eivät tällä hetkellä ole aivan niin tehokkaita kuin DC-latausjärjestelmät, mutta AC-latauspisteet ovat usein selvästi halvempia.
- pistokkeella kytkettävä tasasähköinen (DC) lataustapa 4, jossa latausasema syöttää tasasähköä suoraan auton akkuihin, auton tasasuuntaajan ohi. Tasasuuntaaja tarvitaan auton sijaan latausasemaan. Se nostaa latausjärjestelmän hintaa. DC-lataustapa on tehokkain lataustapa, mutta sen latausasemat ovat kalleimpia.
- pistokkeella kytkettävät valmistajakohtaiset ratkaisut, esimerkiksi Tesla
- muut tavat, esimerkiksi raskaan kaluston virroittimet ja kokeiluratkaisut
- johdoton induktiivinen lataustapa, jossa latausaseman ja auton välillä ei ole galvanista kytkentää
- akuston vaihtopalvelu.

Pistokkeella kytkettävistä vaihtosähköisistä lataustavoista on standardissa SFS-EN 61851-1:2011 esitelty lataustavat 1, 2, 3 ja 4. Induktiivinen lataus on kehitteillä. Raskaan kaluston, esimerkiksi linja-autojen lataukseen on kehitetty omia lataustapojaan.

Akuston vaihtopalvelua on kokeiltu toistaiseksi huonolla menestyksellä. Vaihtopalvelua rajoittaa tämän hetkisten sähköautojen täysin epäyhtenäinen akusto. Maailmalla on yritetty akuston vaihtopalvelun liiketoimintaa, mutta sitä ei ole saatu kannattavaksi [70]. Riittävästi asiakkaita saadakseen vaihtopalvelun tuottaja joutuu pitämään eri automerkeille erimallisia akkupaketteja useita kappaleita valmiiksi ladattuina. Tilanne paranisi huomattavasti, jos autojen akkupaketit standardoitaisiin ja yhtenäistettäisiin. Ongel-

maksi jää silti akkujen erilaatuisuus. Vaihdoissa saatu akku voi olla aiempaa akkua huonompi. Akkujen keskinäinen laatuvertailu vaihtotilanteessa on vaikeaa.

#### 4.3.1 Lataustapa 1, kevyiden sähköajoneuvojen lataus

Lataustapa 1 (engl. Mode 1) on pistokkeella kytkettävä, standardin SFS-EN 61851-1:2011 mukainen vaihtosähköinen lataustapa. Lataustavassa 1 pistorasiasta esimerkiksi sähkömopoon liitettävässä latausjohdossa ei ole lataustavan 2 mukaisia ohjaus- ja suojalaitteita. Lataustapaa 1 tulee käyttää vain kevyille sähkökäyttöisille ajoneuvoille, kuten mopoille tai polkupyörille.

Lataustavan 1 ajoneuvossa on liitántänä usein vain yksivaiheinen 230 V. Sähkö otetaan yleensä tavallisesta kotitalouksien sukopistorasiasta, jolloin latausvirran tulee olla korkeintaan 8 A. Laadukkaampia ratkaisuja ovat virrankestoltaan vahvistettu 16 A:n ”super-schuko”-pistorasia ja standardin SFS-EN 60309-2 mukaiset teollisuuspistorasiat. Lataustavassa 1 sallittu maksimivirta on 16 A yksi- tai kolmivaiheisena. Pistorasiassa tulee olla normaaliin tapaan korkeintaan 16 A oikosulku- ja ylivirtasuojaus sekä 30 mA:n vikavirtasuojat. [64, s. 2; 67, s. 6.]

#### 4.3.2 Lataustapa 2, hidas lataus

Lataustapa 2 (engl. Mode 2) on pistokkeella kytkettävä, standardin SFS-EN 61851-1:2011 mukainen vaihtosähköinen lataustapa, joka soveltuu myös sähköautoille. Lataustapa 2 on muuten samanlainen kuin lataustapa 1, mutta ajoneuvo kytketään erilaisella latausjohdolla. Lataustavan 2 latausjohdossa on ohjaus- ja suojalaiteyksikkö, jolla lataus saadaan turvallisemmaksi ja latausta voidaan hallita. Maksimivirraksi voidaan usein säätää 8–13 A. Latausjohto kuuluu kaikkien sähköautojen varustukseen.

Nimensä mukaisesti lataustapa 2 on yleensä hidas, akuston lataus tyhjästä täyteen kestää useita tunteja. Jos pitkäaikaiseen lataamiseen käytetään tavallista sukopistorasiaa, maksimivirraksi tulee rajoittaa 8 A. Tavallista sukopistorasiaa laadukkaampia ratkaisuja ovat virrankestoltaan vahvistettu 16 A:n ”super-schuko”-pistorasia ja standardin SFS-EN 60309-2 mukaiset teollisuuspistorasiat. Suomessa tällaisia teollisuuspistorasioita ovat 16 A:n tai 32 A:n kolmivaiheinen punainen 400 V:n voimapistorasia ja esimerkiksi leirintäalueilla käytettävä sininen 230 V:n yksivaiheinen kolmireikäinen pis-

torasia. Lataustavan 2 suurin sallittu maksimivirta on 32 A yksi- tai kolmivaiheisena, mutta niin suurivirtaisia lataustavan 2 laitteita ei ole yleisesti saatavana.

Pistorasiassa täytyy olla oikosulku- ja ylivirtasuojaus sekä 30 mA:n vikavirtasuojia. Suojaukset täytyy olla erikseen jokaiselle pistorasialle. Tämä koskee myös sukopistorasioita, jos niiden varsinainen aiottu käyttötarkoitus on sähköauton lataaminen. [67, s. 5, 10.]

Latausjohdon suojalaiteyksikkö on tuettava niin, ettei pistorasiaan kohdistu vääntö- eikä vetorasitusta. Lataustapa 2 on suunniteltu lähinnä tilapäiseksi lataustavaksi. Lataustavoissa 1 ja 2 ei ole latauspistorasian ja ladattavan ajoneuvon välistä kommunikointia suurimmasta sallitusta latausvirrasta. Jos samassa ryhmässä on useita yhtä aikaa käytettäviä pistorasioita, sulake tai johdonsuojakatkaisija voi helposti laueta. Virransyötön riittävyys on syytä varmistaa ennen latauksen aloitusta. Lataustavan 2 ohjaus- ja suojalaiteyksiköllä voidaan rajoittaa ja säätää latauksen ottamaa maksimivirtaa. [67, s. 7.]

Kuormanhallinta hitaassa lataustavassa 2 tapahtuu päälle/pois-tyyppisesti, virtaa ei käytännössä voida säätää latauspistekohtaisesti pienemmäksi. Lataustavan 2 laitteilla taustajärjestelmä ei saa tarkkaa tietoa auton todellisesta latauksen tarpeesta. Auton oletetaan olevan latautunut, kun virran kulutus lakkaa. Yleensä tämä tarkkuus riittää. Usean latauspisteen lataustavan 2 järjestelmässä kokonaisvirta saadaan hallittua sähkönsaantia kierrättämällä. Älykkäällä hallinnalla lataustapahtumat saadaan jonotukseen ja priorisoitua taustajärjestelmällä myös lataustavassa 2.

Toisin kuin Keski-Euroopassa, Suomessa on pysäköintialueilla paljon autonlämmityspistorasioita valmiiksi asennettuina. Todennäköisesti niitä tullaan tarvitsemaan vielä kauan polttomoottoriautojen lämmittämiseen. Virrankestoltaan vahvistettu ”super-schuko”-pistorasia kestää jatkuvaa 16 A:n latausvirtaa. Siihen voidaan kytkeä myös polttomoottoriauton lämmitysjohto tavallisella sukopistotulpalla. Vahvistettua ”super-schukoa” ei ole vielä keväällä 2018 standardoitu virallisesti käyttöön ja sen standardointia on vastustettu. ”Super-schuko” liittyy standardiin IEC 60884-1. Tätä kirjoitettaessa standardin muutosaikataulu ei ole vielä tiedossa. Suomessa monet sähköautojen latausjärjestelmiä tarjoavat yritykset käyttävät kestävä ”super-schukoa” silti jo tuotteissaan. Valmistajasta riippuen maksimivirta voi olla varmuuden vuoksi rajoitettu SESKOn suosittelemaan arvoon 8 A, joka on vain puolet teknisesti suositeltavasta jatkuvasta

maksimivirrasta ja lataustehosta. Virrankestoltaan vahvistetun ”super-schukon” standardointiin toivovat monet autonlämmityspistorasioita käyttävät yritykset Suomessa nopeaa ja myönteistä ratkaisua. [71.]

#### 4.3.3 Lataustapa 3, peruslataus

Lataustapa 3 (engl. Mode 3) on standardin SFS-EN 61851-1:2011 mukainen, pistokeella kytkettävä vaihtosähköinen lataustapa. Tästä käytetään myös nimitystä normaali-lataus. Lataustapa 3 on suunniteltu sähköajoneuvojen ensisijaiseksi lataustavaksi. Lataustavassa 3 käytetään kiinteästi asennettua sähköajoneuvon latauslaitetta, jota voi käyttää vain sähköajoneuvojen lataamiseen. Jos teho on enintään 22 kW, puhutaan joskus ”normaalitehoisesta” vaihtosähkölatauksesta. Tällöin yli 22 kW:n teho on ”suuritehoista” vaihtosähkölatausta [67, s. 11]. Tätä ei pidä sekoittaa tasasähkölatauksesta käytettyyn käsitteeseen ”teholataus”.

Sähköauton kytkemistä varten latauslaitteessa on liitäntäpiste. Liitäntäpiste on pistorasia tai kiinteästi latauslaitteeseen kytketty kaapeli. Standardi SFS-EN 62196-2 määrittelee käyttöön kaksi erinäköistä liitintä, tyypit 1 ja 2. EU:n vaatimuksen mukaan kaikissa julkisissa lataustavan 3 latauspisteissä Euroopassa on oltava ainakin tyypin 2 latausliitäntä. Vaatimus ei koske yksityisiä latauspisteitä. Ajoneuvossa latausliitännän vastake voi olla tyyppiä 1 tai 2.

##### Liitännän tyyppi 1 (Type 1, Yazaki, J1772-AC)

Tyypin 1 pistokytin näkyy kuvassa 4. Tyyppi 1 mahdollistaa vain yksivaiheisen vaihtosähkölatauksen. Tyypin 1 liitäntää käytetään erityisesti Yhdysvalloissa ja Japanissa tehdyissä sähköautoissa. Liitin on yleinen myös Suomen liikenteessä. Tyypin 1 enimmäisvirta on 80 A.

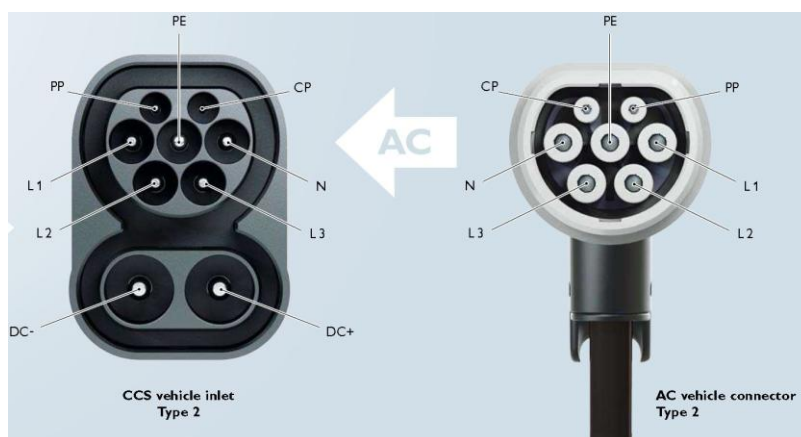


Kuva 4. Lataustavan 3 tyypin 1 pistoke ja ajoneuvon vastake, johon pistoke sopii. Vastake on tässä CCS Combo 1 -mallinen, jossa kaksi alinta, tyhjiksi jäävää kosketintappia ovat lataustavan 4 pikalatauksen sähkönsyöttöä varten. [72, s. 10.]

Liittimen tyyppiä 1 ovat käyttäneet esimerkiksi Toyota, Mitsubishi, Opel Ampera, Chevrolet, Nissan, Ford, Citroen, Peugeot sekä monet muut, erityisesti yhdysvaltalaiset ja japanilaiset autot.

#### Liitännän tyyppi 2 (Type 2, Mennekes)

Tyypin 2 liitäntä on yleisesti käytössä Eurooppalaisissa autoissa. Tyypin 2 pistokytin näkyy kuvassa 5. Tyypin 2 liitäntä mahdollistaa yksivaiheisen ja myös kolmivaiheisen vaihtosähkölatauksen. Liitännän suurin sallittu enimmäislatausvirta on  $3 \cdot 63 \text{ A}$ , jolla saadaan latauksen maksimitehoksi  $3 \cdot 230 \text{ V} \cdot 63 \text{ A} = 43,47 \text{ kW}$  eli noin 43 kW, jos häviöitä ei huomioida.



Kuva 5. Lataustavan 3 tyypin 2 pistoke (oik.) ja ajoneuvon vastake, johon pistoke sopii. Vastake on tässä CCS Combo 2 -mallinen, jossa kaksi alinta, tyhjiksi jäävää kosketintappia ovat lataustavan 4 pikalatauksen sähkönsyöttöä varten. [72, s. 15.]

Liittimen tyyppiä 2 käyttävät useimmat eurooppalaiset ajoneuvonvalmistajat, kuten Audi, BMW, Mercedes Benz, Renault, Tesla, Volkswagen, Volvo sekä Euroopan markkinoille toimittamissaan autoissa esimerkiksi Tesla. Myös Nissan käyttää tyyppin 2 liittintä joissain uusissa malleissaan. Joillain automerkeillä liittimen tyypit 1 ja 2 vaihtelevat mallikohtaisesti.

Lataustavassa 3 liitäntäpisteenä voi olla pistorasia tai kiinteä kaapeli. Jos liitäntä on pistorasialla, käytetään irrallista latauskaapelia. Latauslaitteen pistorasiassa on sähkökäyttöinen mekanismi, joka lukitsee irrallisen kaapelin latauslaitteeseen latauksen ajaksi. Lukitus vapautuu latauksen loputtua tai irrottamalla kaapeli ensin autosta. Jos latauksen aikana tulee sähkökatko, kaapeli saattaa jäädä lukituksi. Joidenkin latauslaitteiden lukitus aukeaa sähkökatkossa automaattisella turvavapauttimella. Muissa laitteissa latausjohdon irrottamiseen voidaan tarvita uutta sähkönsaantia, vapautinvivun kääntöä tai jopa latauslaitteen suojakuoren avaamista. Julkisissa lataustavan 3 latauspisteissä liitäntäpisteet ovat yleensä pistorasiamallisia. Tällöin latauspistettä voidaan käyttää auton latauskaapelilla riippumatta siitä, onko ajoneuvon vastake tyyppiä 1 vai 2. Auton omistaja hankkii latauskaapelin, jossa on latauslaitteen puoleisessa päässä tyyppin 2 pistotulppa ja auton puoleisessa päässä autoon sopiva tyyppin 1 tai 2 pistoke. Jatkojohdot ei saa käyttää, joten kaapelin täytyy olla riittävän pitkä.

Kiinteä latauskaapeli on paras ratkaisu yksityiselle latauspisteelle, jos tarvittava liittintyyppi pysyy aina samana. Kaapelin pitää olla riittävän pitkä, jatkojohdot ei saa käyttää. Lataustavassa 3 latauskaapeliin ei tule tehonsyöttöä, ellei johdon päästä havaita ajoneuvoa. Latauksen päätyttyä kiinteä kaapeli irrotetaan vain autosta ja jätetään latauslaitteen ympärille tai telineeseen seuraava latausta odottamaan. Kiinteä latauskaapeli helpottaa lataamista, koska irrallista latauskaapelia ei tarvitse käsitellä. Kiinteä latauskaapeli kuitenkin estää lataamasta autoa, jossa on toisentyypinen liitin.

#### 4.3.4 Lataustapa 4, pikalataus

Lataustapa 4 (engl. Mode 4) on standardin SFS-EN 61851-1:2011 mukainen, pistokkeella kytkettävä tasasähköinen lataustapa. Lataustavasta 4 käytetään myös nimityksiä DC-lataus, tehollataus ja asiointilataus.

Lataustavassa 4 tasasuuntaus tehdään kiinteästi asennetussa latauslaitteessa ajoneuvon ulkopuolella, ja ajoneuvon oma sisäinen laturi ohitetaan. Tällöin voidaan käyttää

suurta tehoa. Tasavirrat voivat olla satoja ampeereja ja lataustehot noin 22–118 kW. Tehoja ollaan kasvattamassa 350 kW:iin asti. [64, s. 2.]

Lataustavassa 4 käytetään aina latauslaitteeseen kiinteästi asennettua latauskaapelia. Latauskaapelin päässä on ajoneuvopistoke. Suomessa sen malli voi olla joko tyypin 2 kanssa yhteensopiva CCS Combo 2 tai täysin erinäköinen Japanissa kehitetty CHAdeMO-liitin. Standardin SFS-EN 62196-3 määrittelemästä CCS Combo 2 -liitännästä käytetään myös tyyppimerkintää FF. Standardin SFS-EN 62196-3 määrittelemästä CHAdeMOsta käytetään tyyppimerkintää AA ja joskus myös nimitystä tyyppi 4. Liitännät näkyvät kuvassa 6.



Kuva 6. Lataustavan 4 pikalatauksen ajoneuvopistokkeet CHAdeMO ja CCS Combo 2 [72, s. 15; 73].

Autoissa, joissa peruslatauksen liitännänä on tyyppi 2, ei välttämättä ole pikalatausliitännänä tyypin 2 rinnakkaisversio CCS Combo 2. Pikalatausliitin voi olla CHAdeMO. Näin on esimerkiksi Nissan Leafin joissain malleissa (kts. kuva 7).



Kuva 7. Tässä Nissan Leafissa on CHAdeMO-pikalatausliitäntä (vas.) ja tyypin 2 peruslatausliitäntä [74].

Lataustavan 3 ja 4 pistokytkimissä on myös signaaloinnin kosketintapit CP ja PP, joilla ladattava ajoneuvo kommunikoi latauslaitteen kanssa. Niiden avulla tunnistetaan ajoneuvon olemassaolo, ilmaistaan sallitut latausvirrat ja pidetään yhteyttä auton ja taustajärjestelmän välillä. Lataustavassa 3 liittimen tyyppien 1 ja 2 kommunikointitapit ovat fyysisesti erilaiset, mutta signaaloinniltaan yhteensopivia. Samoja kosketintappeja käytetään myös CCS Combo -liitännöille lataustavassa 4. CHAdeMO-liitännän kommunikointi ei ole muiden edellä mainittujen kanssa yhteensopiva.

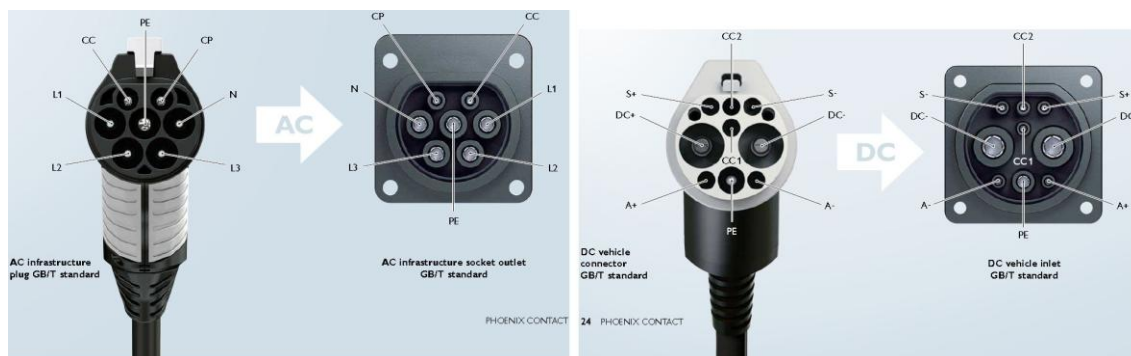
On hyvä ymmärtää, että lataustapahtumassa lopulta sähköajoneuvo itse määrää, kuinka paljon se ottaa virtaa vastaan. Sähköautoilijoiden keskusteluissa on esitetty väitteitä, että kovalla pakkasella jotkut autot saattavat rajoittaa lataustehoa pikalatauksen lataustavalla 4 jopa pienemmäksi kuin peruslatauksen lataustavalla 3. Jos näin tapahtuu, nopein lataustapa voi olla peruslataus. Lataustilanteen todellisen tehon näkee usein esimerkiksi automerkkikohtaisella puhelinsovelluksella. [75.]

#### 4.3.5 Poikkeavat lataustavat ja liitännät

Kiinan kansallinen standardi (GB/T)

Kiinalaisten GB/T-standardien [76] mukaisia liitäntöjä (kuva 8) käytetään Kiinan markkinoille tehdyissä autoissa. Mainintoja GB/T-liitännöistä tai liittimien kuvia voi tulla esiin verkkokaupoissa ja laitevalmistajien esitteissä.





Kuva 8. Kiinan GB/T-standardien mukaiset latausliittimet, joita ei käytetä Suomessa. Vasemmalla vaihtosähköinen pistokytin, jossa ajoneuvon vastake muistuttaa ulkonäöllisesti eurooppalaisen tyypin 2 latausaseman pistorasiaa. Oikealla tasasähköisen pikalatauksen pistokytin. [72, s. 24, 26.]

Suuren väkiluvun takia Kiina on maailman suurin sähköautojen markkina-alue. Näitä liitäntöjä ei käsitellä enempää tässä opinnäytetyössä.

### Liitännän tyyppi 3 (Type 3, Scame)

Eräiden eurooppalaisten laitevalmistajien yhteenliittymä EV Plug Alliance kehitti vaihtoehtoista tyypin 3 liitäntää, joka tunnetaan myös valmistajan nimellä Scame. Liittimiä oli erimallisia. Scame-liitännät ovat hyvin harvinaisia Suomessa. Myös Scame on alkanut myydä tyypin 3 sijaan esimerkiksi tyypin 2 latauslaitteita. Tyypin 3 liitäntöjä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

### Teslan latausliitäntä

Joillain autonvalmistajilla on omia, muista poikkeavia latausliitäntöjään. Yleisin tällainen oma ratkaisu on autonvalmistajalla Tesla.

Tesla käyttää Yhdysvaltojen markkinoille tehdyissä autoissaan Teslan täysin omaa latausliitintä. Eurooppaan myytäviin Tesla-malleihin asennetaan lataustavan 3 tyypin 2 vasteke, joka on ulkoisesti tyypin 2 normaalin vastakkeen näköinen. Se on yhteensopiva tyypin 2 latauslaitteiden kanssa. Tesla on kuitenkin muuttanut liitäntää auton sisäisillä kytkennöillä. Tesla-autojen ”tyypin 2 liitäntää” käytetään myös tasasähköiseen tehoolataukseen, erillistä lataustavan 4 liitintä autossa ei ole.

Tesla-autoja voi pikaladata Teslan omilla Tesla Supercharger -pikalatausasemilla ja erillisen adapterin avulla myös CHAdeMO-pikalatausasemilla. Teslaa ei voi kytkeä CCS Combo 2 -pikalataukseen. Tesla Supercharger -pikalatausasemilla ei pysty lataamaan muita kuin Tesla-autoja. [22; 77.]

Teslan mukana tulee lataustavan 2 johtosarja, jossa on pistotulppa poikkeuksellisesti myös 400 V:n kolmivaiheiseen 16 A:n teollisuuspistorasiaan. Sen avulla Teslan voi saada latautumaan 11 kW:n teholla myös lataustavalla 2. [22.]

#### 4.3.6 Raskaan kaluston virroittimet

Raskaalle kalustolle, kuten linja-autoille on kehitetty erilaisia lataustapoja ja kehitystyö jatkuu yhä. Linja-auton akustolle voidaan saada lataussähköä raitiovaunun tapaan auton katolla olevalla virroittimella. Käänteisellä virroittimella tarkoitetaan ratkaisua, jossa virroitin onkin esimerkiksi huoltohallin katossa ja auton katolla on vain virtakiskot lataussähkön vastaanottamiseen.

Akuston paino voi kasvaa suureksi, jos linja-auton täytyy kulkea koko reittinsä yhdellä latauksella. Säännöllistä reittiä kulkevien linja-autojen akustoa voidaan pienentää huomattavasti, jos akustoa ladataan reitin varrella. Pysäkeille ja pääteasemille on kehitetty suurtehoakuilla toimivia pikalataustekniikoita, joilla voidaan ladata linja-auton akustoa useiden satojen kilowattien teholla normaalin pysäkilläkäynnin aikana. Lataustapahtuman jälkeen pysäkin akut lataantuvat taas seuraavaa linja-autoa odotellessaan. Linja-autoille on kehitetty myös induktiolatausjärjestelmiä esimerkiksi bussipysäkeille, risteyskiin ja pääteasemille. [78.]

#### 4.3.7 Johdoton induktiivinen lataus

Induktiolatauksessa ajoneuvo ladataan induktiivisesti, yleensä maahan upotetun induktiosilmukan avulla. Tästä on useita etuja. Latausliitännässä ei ole kuluvia liittimiä. Lataava induktiosilmukka voidaan asentaa esimerkiksi risteyskiin ja linja-autopysäkeille. Tulevaisuudessa todennäköisesti yleistyvät automatisoidut robottiautot saavat myös itsensä helposti lataukseen induktiosilmukan päälle ajamalla.

Maahan upotettu induktiosilmukka on hyvin suojassa tavanomaiselta ilkivallalta. Haittana on johdolla kytkettävää lataustapaa huonompi hyötysuhde, vain noin 90 %, ja vaikeus saada ajoneuvo osumaan oikeaan kohtaan induktiosilmukan päälle. Myös standardointi on vielä tätä kirjoitettaessa osittain puutteellista. Standardisarja IEC 61980 käsittelee johdottoman latausjärjestelmän turvallisuusvaatimuksia. [64, s. 2.]

Induktiolataustekniikkaa on asennettu kokeiluluontoisesti myös pitemmille tieosuuksille. Tällöin ajoneuvoja voidaan ladata tiellä ajettaessa. Lisäideoina induktiosilmukoiden yhteyteen on asennettu päällä ajamisen kestäviä aurinkopaneeleita. Niillä on pystytty keräämään ja luovuttamaan energiaa paikallisesti. Uudet innovaatiot ovat kiinnostaneet maailmanlaajuisesti. Tekniikan kiinnostavuus voi luoda myös yllättäviä ongelmia. Epärehelliset, vähemmän idearikkaat tahot ovat jopa repineet paneeleita irti tiestä. [79.]

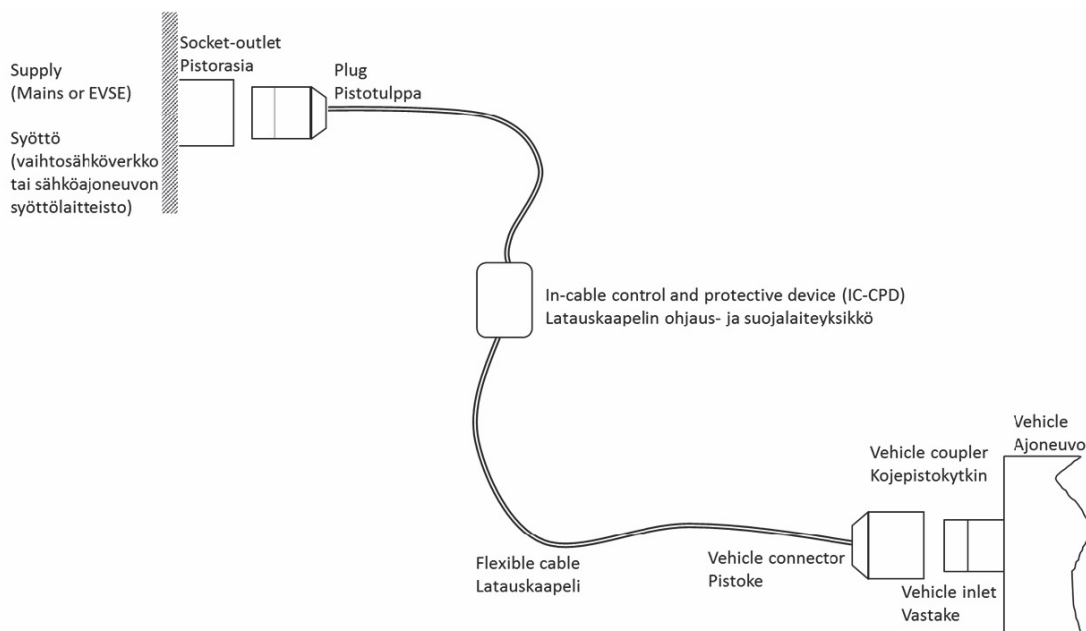
#### 4.4 Vaatimuksia sähkösuunnitteluun

Yleisten sähkömääräysten lisäksi sähköautojen latausjärjestelmille on erityisvaatimuksia. Ulos asennettavien latauslaitteiden kotelointiluokan täytyy olla vähintään IP44 ja sisätiloissa vähintään IP41. Jos latauspiste on julkisella, helposti päästävällä paikalla, iskunkestovaatimus on IK10. Yksityispihalla, tai jos paikkaan pääsy on rajoitettu, iskunkeston vähimmäisvaatimus on IK07. Suositus on kuitenkin vähintään IK08. [67, s. 9.]

Suomalaisissa asennuksissa suojamaadoitus täytyy tuoda aina erillisenä, eli TN-S-ryhmä johdolla liitäntäpisteelle. TN-C-liitäntää ei saa tuoda liitäntäpisteelle asti. [67, s. 8.]

Vanhoissa kiinteistöissä latauspisteitä syöttävä kaapeli voi kulkea eristeiden sisällä esimerkiksi rakennuksen yläpohjassa, jolloin se voi ylikuumentua pitkäkestoisessa sähköauton latauksessa. Kaapelireitti on syytä tarkastaa. Sähkön syötön suojalaitteet, kaapelit ja pistokytkimet täytyy mitoittaa kestäämään jatkuvaa lataamisvirtaa vähintään ilman lämpötilassa 30 °C ja maan lämpötilassa 20 °C. Ylikuumenemisriski ei siis liity pelkkiin vanhoihin sukopistorasioihin, vaan koskee kaikkia lataustapoja, myös lataustapaa 3. [64, s. 3.]

Pistokkeella kytkettävissä lataustavoissa käytetään liitännän osista kuvassa 9 näkyviä, standardin SFS 5805:2017 mukaisia nimityksiä.



Kuva 9. Pistokkeellisen latauskytkennän osien virallisia nimityksiä. Kuvan kytkennässä olevasta latauskaapelin ohjaus- ja suojalaitteyksiköstä ilmenee, että kuvan tilanteessa on käytössä lataustapa 2. [80, s. 12.]

Jos pistorasiassa ei ole turvasulkuja, se on sijoitettava vähintään 1,7 m:n korkeudelle tai lukittuun koteloon. Vaatimus ei koske lataustapojen 3 ja 4 liitäntäpisteitä, koska niihin ei tule jännitettä, ellei ladattavaa ajoneuvoa ole kytketty. Nämä liitäntäpisteet voidaan sijoittaa ilman lukittavaa koteloä asennuskorkeudelle 0,5–1,5 m, pistorasian alimmasta osasta mitattuna. Asennuspaikassa tulee huomioida lumen kerääntyminen sekä lumi- ja siivoustyöt. Ajoneuvon latauskaapeli ei saa jäädä kulkuväylälle eikä sen yli saa ajaa. [68, s. 3.]

Autonlämmitystolpat ovat usein joka toisessa ruutuvälissä, eli kahdelle vierekkäiselle ruudulle yhteiset. Jos tolpat ovat kahden autorivin välissä, yksi tolppa voi palvella myös neljää pysäköintiruutua. Tällöin samaan tolppaan asennetaan selät vastakkain kaksi latauslaitetta, joissa molemmissa on kaksi liitäntäpistettä. Jos latausmahdollisuus halutaan vain osaan pysäköintiruutuja, niiden olisi hyvä olla mahdollisimman lähelle kiinteistön sähkökeskuksia. Jos toivotaan suuritehoisia latauspisteitä, ne on usein edullisinta asentaa sähkökeskuksen kohdalle seinään kiinni. Tämä voi säästää huomattavasti maankaivuun ja kaapeloinnin kustannuksissa.

Uusissa asennuksissa latauspisteille kannattaa asentaa oma keskus, johon kaikki latauspisteet kaapeloidaan omilla ryhmäjohtoillaan. Vanhoissa asennuksissa autonläm-

mitystolpat on usein ketjutettu, koska se vähentää kaapelointia ja vie keskuksesta vain yhden lähdön. Jos latauspisteitä kaapeloidaan suoraan keskuksesta, vanhan keskuksen lähdöt loppuvat pian kesken. [81.]

Latausjärjestelmän jokaiselle liitäntäpisteelle erikseen täytyy olla oma virtapiirinsä, jossa on oikosulku- ja ylivirtasuojat (sulake tai johdonsuojakatkaisin) sekä 30 mA:n vikavirtasuojat (VVSK). Poikkeuksena sallitaan samaan virtapiiriin autonlämmityspistorasia. Nämä määräykset vähentävät omalta osaltaan monien latauslaitteiden ketjutusmahdollisuuksia. Suojaukset voidaan tehdä sähkökeskuksessa, kiinteässä sähköasennuksessa tai joillain laitemalleilla myös latauspisteen sisällä. Jos asennettavassa laitteessa on suojaus yli 6 mA:n tasasähkövikavirralla, vikavirtasuojaksi riittää A-tyyppinen VVSK. Muussa tapauksessa täytyy käyttää B-tyypin vikavirtasuojaa tai asentaa tasasähkön vikavirtasuojaukseen. [67, s. 8.]

Latausjärjestelmän tehon mitoittamiseksi tulee arvioida keskimääräinen latauksen kesto ja energian tarve asennuskohteessa. Sähköauton energiantarpeena voidaan pitää 20 kWh / 100 km. Latausjärjestelmältä tarvittavan tehon arvioinnissa voidaan käyttää seuraavaa kaavaa 1 [68, s. 5.]:

$$P_{lataus} = s \cdot \frac{0,20 \frac{kWh}{km}}{t} \cdot n_{auto} \quad (1)$$

$P_{lataus}$	on latausjärjestelmältä tarvittava teho kilowatteina
$s$	on tilaajan päättämä sähköauton toimintamatka kilometreinä, joka halutaan saada kaikille latauspisteille yhdellä latauskerralla
$t$	on aika tunteina, jonka sähköauto on keskimäärin latauksessa yhdellä latauskerralla
$n_{auto}$	on kyseistä mitoitusta käyttävien sähköautojen lukumäärä.

Jos kohteeseen suunnitellaan erilaisia latauspisteitä, niiden mitoitus lasketaan erillisinä laskuina ja tehot summataan. Kuormanhallinta vaikuttaa oleellisesti mitoitukseen. Ilman kuormanhallintaa kokonaisteho on kaikkien latauspisteiden maksimitehojen summa, eli kaikkien latauspisteiden samanaikaisuuden kertoimena on käytettävä arvoa 1. Latauspisteiden syöttöjen mitoituksessa voidaan huomioida latauspisteen fyysisillä kytkennöillä tai ohjelmallisilla asetuksilla tehtävät maksimivirran rajoitukset. Jos käytettävissä on kuormanhallinta, voidaan latausjärjestelmän mitoituksessa huomioida tasauskertoimen tapaan myös kuormituksen automaattinen rajoitus. [68, s. 5.]

Liitäntäpisteen sähkönsyötön on kyettävä antamaan ajoneuvolle virtaa yli 6 A, jotta lataus käynnistyy. Sähkönsiirron tehohäviöt huomioiden latauspisteen vähimmäistehoksi tarvitaan 2 kW. Kuormanhallinnalla voidaan lataussähköä antaa tarvittaessa myös jonotusperiaatteella, jolloin jokainen latauspiste saa vuorollaan riittävästi virtaa. [68, s. 5.]

Esimerkkejä sähköauton latauspisteiden teholaskelmista on Sähkötieto ry:n sähkötielokortissa ST 51.90 [68].

Moni ajoneuvo ottaa virtaa vain yhdestä vaiheesta. Kun latauslaitteita on useita, suositellaan vaiheiden vuorottelua myös kolmivaiheisiin laitteisiin. Tällöin kaikki yksivaiheiset ajoneuvot eivät kuormita vain yhtä ja samaa vaihetta. Kiertosuunta täytyy tarkastaa, koska jotkut automallit voivat kieltäytyä lataamasta, jos vaiheiden kiertosuunta on väärä. [64, s. 3.]

#### 4.5 Latauksen teho

Yksi sähköauton lataamistehoa rajoittava asia on sähkönsyöttö. Maksimivirtaa joudutaan yleensä rajoittamaan latauslaitteiden asetuksista. Maksimivirta rajoitetaan kaapeleiden kestävyys, ylivirtasuojauksen, liittymän koon ja keskuksen muun kuormituksen perusteella. Isonkin kiinteistön sähkökeskuksen kokonaisvirta voi kasvaa liian suureksi, jos yhtä aikaa ladataan useita sähköautoja. Suurten ylirajoitusten estämiseksi tarvitaan kuormanhallintaa, jolla rajoitetaan latauspisteiden virtaa.

Toisena asiana latausta rajoittaa latauslaitteen tehonkesto. Latauslaitteiden tehona ilmoitetaan usein laitteen ottama maksimiteho. Ilmoitetut maksimilataustehot ovat suuntaa-antavia eivätkä ne aina ota huomioon häviöitä. Ajoneuvon häviöitä ja virranottokykyä latauslaitteen valmistaja ei edes voi tietää. Laitteissa syntyy myös loistehoa ja harmonista säröä, jotka pienentävät sallittua maksimivirtaa. Tässä opinnäytetyössä nämä seikat sivuutetaan.

Kolmas asia, joka latausta voi hidastaa, on ajoneuvon sisäinen laturi. On huomattava, että vaikka auton latausliitäntänä olisi lataustavan 3 tyyppi 2, auto saattaa silti ottaa virtaa vain yhdestä tai kahdesta vaiheesta. Auton sisäinen yksivaiheinen laturi voi raja-

ta lataustavan 3 maksimitehoksi esimerkiksi noin 7 kW ( $1 \cdot 32 \text{ A}$ ) tai pienimmillään vain noin 3 kW ( $1 \cdot 13 \text{ A}$ ).

Taulukossa 2 on joidenkin autojen sisäisten laturien maksimitehoja. Taulukosta nähdään myös hyvin yleiseksi tullut tapa esittää latausteho kuluttajaystävällisessä muodossa "km/h", eli arvioituna kulkumatkana yhdessä tunnissa ladatulla sähköllä.

Taulukko 2. Autojen sisäisten laturien tehoja ja arvioituja latausnopeuksia ajokilometreinä tunnissa Liikennevirta Oy:n mukaan [82].

Sähköauto	Auton laturin max. kapasiteetti	Arvio: Ladatut km/tunti
Nissan LEAF	3,3 kW / 6,6 kW	18 km / 35 km
BMW i3	7,4 kW	40 km
Volkswagen e-Golf	3,6 kW / 7,2 kW	19 km / 39 km
Tesla Model S	10 kW / 20 kW	47 km / 93 km
Tesla Model X	10 kW / 20 kW	47 km / 93 km
Kia Soul EV	6,6 kW	35 km
Mitsubishi i-MiEV	3,3 kW	18 km

Edellä mainitut kolme asiaa vaikuttavat kaikki yhdessä. Esimerkiksi tyypillisessä suomalaisessa omakotitalossa pääsulakkeet ovat  $3 \cdot 25 \text{ A}$ . Talon muu kuormitus huomiotuna keskuksesta voi olla saatavissa sähköauton lataukselle esimerkiksi  $3 \cdot 16 \text{ A}$ :n lähtö. Tällöin yksittäiselle uudelle latauspisteelle voitaisiin olettaa saatavan  $3 \cdot 16 \text{ A}$ :n syötöllä maksimilataustehoa noin 11 kW ( $230 \text{ V} \cdot 3 \cdot 16 \text{ A} \approx 11 \text{ kW}$ ). Tämä onnistuu, jos autossa on kolmivaiheinen sisäinen laturi. Tällöin auton sisäinen laturi voi rajoittaa todelliseksi lataustehoksi esimerkiksi 10 kW. Jos autossa on yksivaiheinen 6,6 kW:n sisäinen laturi, jonka maksimivirta on  $1 \cdot 29 \text{ A}$ , todelliseksi lataustehoksi rajoittuu yksivaiheisen syötön  $1 \cdot 16 \text{ A}$ :n maksimivirralla vain noin 3,6 kW.

## 5 Sähköautojen yleistyminen

### 5.1 Kansainväliset ilmastotavoitteet ja Suomea velvoittavat sopimukset

Huoli ilmastomuutoksesta ja halu vähentää riippuvuutta öljystä ovat johtaneet kansainvälisiin sopimuksiin. Suomessa on kesäkuussa 2017 astunut voimaan laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta [65]. Lailla pannaan osaltaan täytäntöön EU:n direktiivi 2014/94/EU eli ns. jakeluinfradirektiivi. Suomi on laatinut kansalliseksi tavoitteekseen muun muassa lähes nollapäästöisen tieliikenteen vuonna 2050. Välitavoitteena on puolittaa tuontiöljyn käyttö ja nostaa uusiutuvien polttoaineiden osuus 40 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Vuoteen 2030 mennessä kaikkien uusien autojen pitää pystyä käyttämään jotain vaihtoehtoista käyttövoimaa. Tavoitteisiin pääsemiseksi esimerkiksi sähköautoilua edistetään tukirahoilla.

Vaihtoehtoisia käyttövoimia ovat esimerkiksi sähkö, maa- ja biokaasu sekä vety. Näistä maa- ja biokaasu tuottavat hiilidioksidia ja ovat siksi ajon aikaisissa päästöissä sähköä huonompia. Maakaasu tuottaa hiilidioksidipäästöjä vähemmän kuin bensiini, mutta yhtä paljon kuin dieselöljy. Biokaasun hiilidioksidipäästöt ovat dieseliä pienemmät. Vedyn tankkaus vaatii muiden polttoaineiden tapaan säiliöautokuljetusta jakeluasemille tai kalliin vedyntuotantoaseman. Vedyn tiheys on hyvin harvaa, paineistettunakin se vaatii noin kolminkertaisen säiliötilavuuden bensiiniin verrattuna. Vastaavasti kuljetuskaluston tarve on noin kolminkertainen. Vetypolttokennoautosta voi myöhemmin tulevaisuudessa tulla kannatettava ratkaisu. Täyssähköautot ja ladattavat hybridit ovat kuluttajakäyttöön toimivia jo nyt. [28, s. 4, 6, 14.]

Liikenteen hiilidioksidipäästöjen merkittävään vähentämiseen tarvitaan myös raskaan kaluston käyttövoiman vaihtumista dieselöljystä ekologisempaan, esimerkiksi sähköön. Suomen kansallisessa ohjelmassa on tavoitteena raskaalle kalustolle, että vuonna 2025 uusista kuorma- ja linja-autoista 60 % pystyisi toimimaan jollain vaihtoehtoisella käyttövoimalla [28, s. 8, 4.]. Erityiskohteissa, kuten kaivoksissa, sähkökäyttöisten ajoneuvojen edut voivat korostua. Kaivoksissa polttomoottoreiden korvaaminen sähkömoottoreilla parantaa ilmanlaatua ja vähentää ilmanvaihtoon tarvittavan energian ja investointien määrää. [83.]



Kaikkien ajoneuvojen, myös sähköautojen, valmistuksessa ja romutuksessa syntyy päästöjä ja jätteitä, samoin kaivos- ja akkuteollisuudessa. Sähkö voi olla tuotettu saastuttavasti esimerkiksi kivihiilellä tai lähes saasteettomasti uusiutuvalla energialla. Tasa-  
puolisessa vertailussa täytyy myös bensiinin ja dieselöljyn osalta huomioida energian-  
kulutus, päästöt ja saasteet, joita syntyy raakaöljyn porauksessa, jalostuksessa ja polt-  
toaineen kuljetuksessa.

## 5.2 Sähköautoilun lisääntymisen hyödyt Suomelle

### Suomen luonnonvarojen rikkaus

Öljyä, jota tarvitaan bensiinin ja dieselöljyn raaka-aineeksi, Suomesta ei ole löytynyt. Sen sijaan Suomen maaperässä on sähköautojen akkuteollisuuden tarvitsemia raaka-  
aineita, esimerkiksi litiumia, nikkeliä, kobolttia, sinkkiä ja kuparia. [84; 85.]

Vuonna 2018 uusien sähköautojen akut ovat yleensä litium-pohjaisia, mutta myös mui-  
ta materiaaleja on kehitteillä. Euroopan suurin tunnettu litium-esiintymä sijaitsee Kaus-  
tisella. Tammikuussa 2018 kaivosyhtiö Keliber ilmoitti päättäneensä sijoittaa litiumke-  
miantehtaan Kokkolaan. Yhtiön kaivokset tulevat sijaitsemaan Kaustisen, Kokkolan ja  
Kruunupyyn litium-esiintymillä. Yhtiö suunnittelee toiminnan aloittamista vuonna 2020.  
Kaivosyhtiö Terrafame pyrkii uuteen nousuun Sotkamossa akkumineraalien nikkelin ja  
koboltin avulla. [86; 87.]

Litium-tuotanto toisi mahdollisuuksia myös akkuteollisuudelle. Vaasan kaupunki sekä  
Kotka–Haminan seutu kilpailevat muiden mukana saadakseen esimerkiksi Teslan Gi-  
gafactoryn tai jonkin muun suuren akkutehtaan alueelleen [86]. Akkujen valmistushinto-  
jen oletetaan laskevan edelleen, joka omalta osaltaan tulee lisäämään akkujen ja nii-  
den raaka-aineiden kysyntää [88].

### Mahdollisuus kysyntäjoustoon

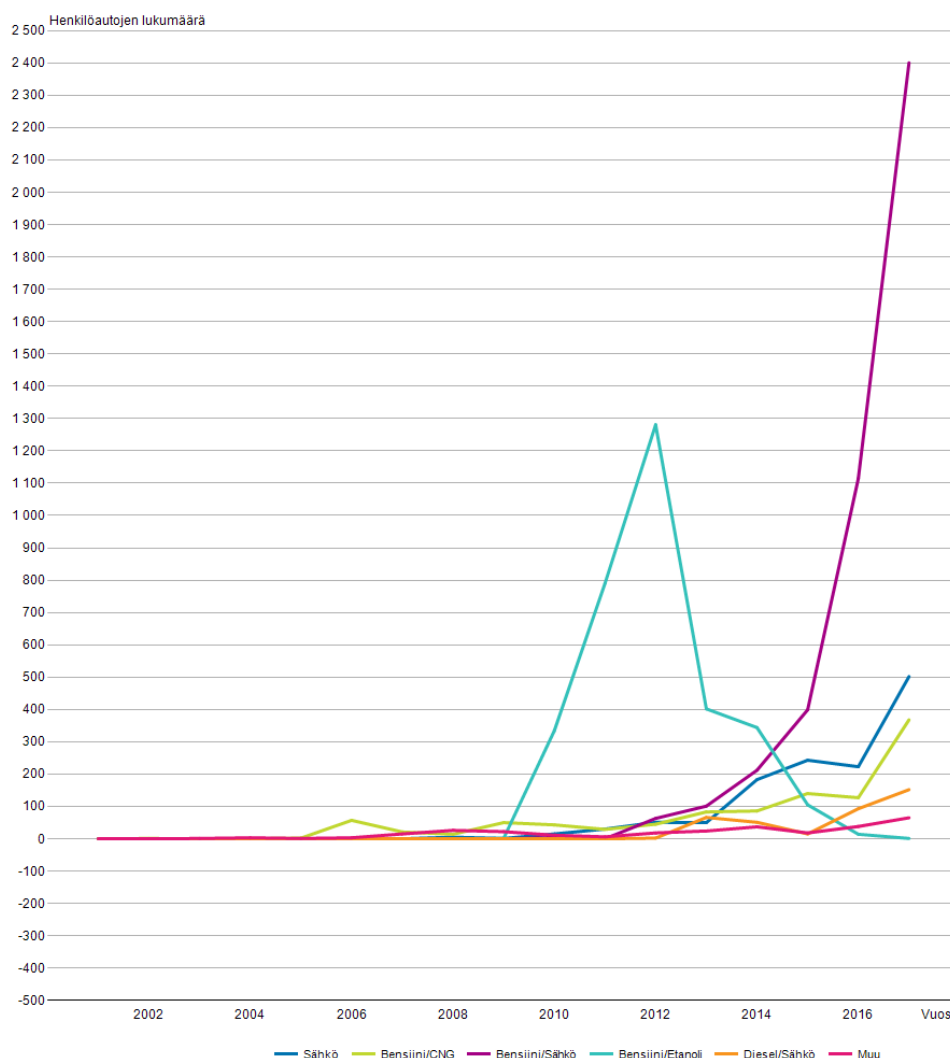
Sähköenergia-alalla puhutaan kysyntäjoustosta. Kysyntäjoustossa sähköyhtiö voi asi-  
akkaan kanssa tehdyn sopimuksen puitteissa katkaista hetkeksi sähkönsyötön määrät-  
tyyn laitteeseen. Kysyntäjoustoon liitettyjä laitteita voivat olla esimerkiksi rakennusten  
lämmönvesivaraajat, joissa lyhyet sähkökatkot eivät haittaa. Kun sähköä ei käytetä

näissä laitteissa, voidaan kokonaiskulutuksen kasvamatta antaa lisää sähköä muille kohteille. Kysyntäjoustoon liitetyt laitteet muodostavat ”virtuaalisen akun”. Tuuli- ja auringovoiman todennäköinen kasvu lisää myös tarvetta kysyntäjoustolle. [89; 90.]

Samaa ideaa voidaan hyvin käyttää myös sähköautojen latauksessa. Illalla latauskaapeliin kytketty sähköauto voidaan ladata yöllä, pienimmän kulutuksen aikaan. Sähköautoissa on lisäpotentiaalia, mitä ei esimerkiksi lämminvesivaraajista löydy, sähköautot ovat myös todellisia sähkövarastoja. Sähköautojen ja latausasemien kehittyessä sähköä voidaan syöttää autosta verkkoon päin, kuluttajan ja sähköyhtiön tekemien sopimusten mukaisesti. Toiminnosta käytetään nimitystä Vehicle-to-Grid (V2G). Riittävän älykkäällä tekniikalla kuluttajat ja sähköyhtiöt voivat aikatauluttaa mahdolliset kysyntäjoustot ja sähkön verkkoon syöttämiset tilannekohtaisesti. Ajatus tahallaan tyhjenevästä auton akustosta saattaa herättää epäilyksiä, mutta jos tilannekohtainen hallinta säilyy kuluttajalla ja jos sähköstä maksetaan riittävä korvaus, sopimus voi kiinnostaa laajaakin kuluttajajoukkoa.

### 5.3 Sähköautojen myynnin kasvu

Suomen kansallisena tavoitteena sähköautojen lukumääräksi on noin 20 000 autoa vuonna 2020 ja vähintään 250 000 sähköautoa vuonna 2030 [28, s. 4, 9]. Mukaan luettaisiin myös ladattavat hybridit. Sähköautojen osuus Suomen koko autokannasta on vuonna 2018 edelleen häviävän pieni. Kuvan 10 käyristä voidaan kuitenkin havaita, että uusien hybridi- ja täyssähköautojen ensirekisteröintien määrät ovat kasvaneet voimakkaasti noin vuodesta 2013 alkaen. Kuvassa ovat vaihtoehtoisilla käyttövoimilla liikkuvien autojen ensirekisteröinnit vuosina 2001–2017 Trafian tilastotietokannasta otettuina. Etanolia käyttävien autojen ensirekisteröintien määrä on romahtanut. Bensiini-sähkö-hybridiautojen nousu on ollut erityisen voimakasta. Toiseksi eniten on noussut täyssähköautojen rekisteröintimäärä. Jos sähköautojen lukumäärä kaksinkertaistuisi joka vuosi, saavutettaisiin 250 000 sähköauton määrä jo hyvissä ajoin ennen tavoiteaikaa. [14; 48.]



Kuva 10. Vaihtoehtoista energiaa käyttävien henkilöautojen ensirekisteröinnit Manner-Suomessa vuosina 2001–2017 [47].

Sähköautoja ovat jo alkaneet ostaa sellaiset ympäristötietoiset yksityiset henkilöt ja yritykset, jotka todennäköisesti muuten olisivat ostaneet uuden vähäpäästöisen polttomoottorikäyttöisen auton.

#### Täyssähköauton hankintatuki

Vuosina 2018–2021 uuden täyssähköauton ostava yksityishenkilö voi saada valtion hankintatukea 2 000 euroa. Auton kokonaishinta veroineen saa olla enintään 50 000 euroa. Auto täytyy ensirekisteröidä 1.1.2018–30.11.2021. Tukea voi saada myös uuden täyssähköauton vuokraamiseen, jos sopimus tehdään vähintään kolmeksi vuodek-

si ja vain omaan käyttöön. Tarkemmat ehdot ja ohjeet löytyvät Trafín verkkosivulta [https://www.trafi.fi/oleedellakavija/tayssahkoauto/sahkoauton\\_hankintatuki](https://www.trafi.fi/oleedellakavija/tayssahkoauto/sahkoauton_hankintatuki). [91.]

#### 5.4 Latauspaikkojen lisääntyminen

Parhaiten sähköauto sopii yhä sellaiselle käyttäjälle, joka voi jättää autonsa yöksi lataukseen. Omakotitaloihin voidaan lähes aina asentaa peruslataustavan 3 latauspiste. Kerrostalojen pysäköintialueille saadaan usein autonlämmityspistorasioiden muutostöinä hitaan lataustavan 2 latauspisteitä varsin helposti ja edullisesti. Ongelmapaikkoja sähköautojen lataukselle ovat esimerkiksi kaupunkien keskustat, joissa monet asukkaat joutuvat jättämään autonsa yöksi kadun varrelle sähköttömään paikkaan. Tällaisissa paikoissa tarvitaan paljon investointeja älykkäisiin latausjärjestelmiin kadunvarsi- paikoille ja mahdollisesti asuntojen lähellä oleviin pysäköintilaitoksiin.

EU:n jakeluinfradirektiivi velvoittaa jäsenvaltioita huolehtimaan, että sähköautojen julkisia latauspisteitä perustetaan riittävästi vuoden 2020 loppuun mennessä. Samalla se määrää jäsenvaltioita kannustamaan ja helpottamaan julkisten latauspisteiden käyttöönottoa. Tavoitteiden mukaan Suomessa tulisi olla vuonna 2020 vähintään 2 000 julkista latauspistettä. Vuonna 2030 niitä pitäisi olla jo 25 000. [28, s. 4.]

Suomessa kaupungit, kunnat tai valtio eivät yleensä suoraan omista julkisia latauspisteitä. Suurin osa julkisistakin latauspisteistä on energiayhtiöiden, pysäköintilaitosten, muiden yritysten ja yksityisten ihmisten perustamia. Kaupungit ja kunnat osallistuvat latauspisteiden sijaintien ja lukumäärien yhteensovittamiseen. Uusien julkisten latauspisteiden asentamista ja ylläpitoa on tuettu vuosien 2017 ja 2018 aikana ns. lataustuel- la. Lataustukea koordinoi Eera Oy. Tukea ovat voineet hakea vain yritykset. [92.]

Vuoden 2018 aikana taloyhtiöille aletaan myöntää avustusta latauspisteiden vaatimiin muutoksiin kiinteistöjen sähköjärjestelmissä. Avustus voidaan myöntää asuinrakennuk- sen omistavalle yhteisölle. Valtion talousarviossa avustuksiin on varattu 1,5 miljoonaa euroa. Avustuksen myöntäjänä on ARA. Avustusten myöntämisen tarkemmat ehdot ovat valmistumassa kevään 2018 aikana ja ne julkaistaan ARA:n verkkosivuilla ([www.ara.fi](http://www.ara.fi)). Tavoitteena on ollut, että avustuksia voi hakea elokuussa 2018. [92; 93.]

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) on muuttumassa vuonna 2018. Ehdotuksen mukaan jatkossa tullaan vaatimaan sähköautojen latauspisteiden kaapeloimista asuinrakennuksen jokaiseen pysäköintiruutuun. Vaatimus koskisi uusia ja laajasti korjattavia rakennuksia, joissa on yli 10 pysäköintipaikkaa. [94.]

Sähköautojen lataamiseen on joskus esitetty katuvalaistusverkon hyödyntämistä. Olemassa olevaan vanhaan valaistusverkkoon se soveltuu vain vähäisesti. Katuvalaistuksen pylväsvälit ovat pitkiä. Pylväiden väliin tarvitaan useita latauspisteitä. Auton latauskaapelin takia latauslaitteiston täytyy sijaita aivan sähköauton pysäköintiruudun vieressä, välissä ei saa olla esimerkiksi jalkakäytävää [95, s. 48]. Valaistusverkon sähkönsyöttö on pääsääntöisesti mitoitettu vain valaistukselle. Valaisinpylväisiin on toisaalta suunniteltu sähkönsaannista kilpailevaa muuta yhteiskäyttöä, esimerkiksi 5G-matkapuhelintukiasemia [96].

Sähköautojen akustojen kapasiteetit ovat hitaasti kasvaneet. On tärkeää ymmärtää, että auton akustoa ei usein tarvitse ladata aivan tyhjästä aivan täyteen. Suomalainen autoilija kulkee päivittäin keskimäärin alle 50 km [97, s. 22], johon kaikkien uusien täyssähköautojen kapasiteetti riittää hyvin myös pakkaspäivinä. Jos sähköauto kuluttaa energiaa esimerkiksi 20 kWh / 100 km, energiaa kuluu 50 km:n matkalla noin 10 kWh. Päivittäisen 10 kWh:n energiamäärän saa ladattua yön aikana myös hitaalla yksivaiheisella 8 A:n latauksella. Hidas lataustapa voi olla riittävä monelle käyttäjälle.

Auton ei ole aina välttämätöntä latautua yön aikana aivan täyteen. Todellisuudessa varaustasoksi riittää seuraavan päivän ajoihin tarvittava määrä. Jotkut voivat ladata autoaan myös työpaikalla. Latausmahdollisuus tarvitaan silti ainakin lomien aikana myös kotona.

## 5.5 Latausjärjestelmän hankinta asuinkiinteistöön ja pysäköintialueelle

Sähköautojen lisääntyessä latausratkaisuja mietitään kohta kaikissa asuinkiinteistöissä. Kuten luvussa 5.4 todettiin, taloyhtiöt voivat saada ARAn myöntämää avustusta latauspisteiden vaatimiin sähköjärjestelmien muutoksiin vuoden 2018 aikana. Tuen ehdot kannattaa selvittää tarkkaan. Tätä kirjoitettaessa ne eivät vielä olleet tiedossa.

Latauspisteen laite voidaan hankkia pelkkänä yksittäisenä laitteena. Laitteen asennuksen voi tilata miltä tahansa sähköpätevyyden omaavalta taholta. Laitteiden myyjiä ja asennusliikkeitä löytyy esimerkiksi internetistä. Tällainen ratkaisu sopii hyvin omakotitalon, paritalon ja kesämökin yksittäiseen latauspisteeseen.

Myös taloyhtiöissä ja pysäköintialueilla voidaan laitteet hankkia omiksi. Usealla latauspisteellä järjestelmä kuitenkin monimutkaistuu. Asukkaan tulisi aina sopia taloyhtiön kanssa sähköauton lataamisesta. Sähkönkulutuksen oikeudenmukainen laskutus on tärkeää, ja kaikkien asukkaiden tulisi saada yhdenvertaisesti yhtä tehokas sähköauton latausmahdollisuus. Usean sähköauton yhtäaikaaisessa lataamisessa tarvitaan kuormitusta tasaava järjestelmä. Parhaassa tapauksessa kuormanhallinnan ansiosta kaikki halukkaat saavat latauspisteensä, eikä tarvita lainkaan välittömiä vahvistuksia sähköjärjestelmään. Sähköjärjestelmien isoimmat muutokset kannattaa pyrkiä ajoittamaan isojen remonttien yhteyteen.

Opinnäytetyön liitteessä 1 käydään läpi latausjärjestelmän hankintaa erityisesti taloyhtiöille. Liitteessä esitellään sähköautojen lataukseen keskittyneiden yritysten tarjoamia latausratkaisuja keväällä 2018. Samat tekniset ratkaisut voivat sopia monenlaisille olemassa oleville asuinkiinteistöille ja pysäköintialueille.

## 6 Yhteenveto

Sähköautojen määrä tulee lisääntymään lähivuosina. Latauspisteiden määrää on lisättävä asukaspysäköinnissä huomattavasti. Hidas lataustapa sukopistorasiolla saattaa asukaspysäköinnissä riittää. Hitaassa lataustavassa on suositeltavaa käyttää sukopistorasiana standardin IEC 60884-1 uuden luonnoksen mukaista vahvistettua High Load Profile (HLP) -pistorasiaa, josta käytetään nimitystä ”super-schuko”. Tällainen pistorasia kestää jatkuvaa 16 A:n virtaa.

Sähköautojen lisääntyessä on yhä useammin syytä asentaa latauspisteitä varten oma keskus, latauspisteisiin peruslatauksen lataustavan 3 tyypin 2 latauslaitteet ja kaapeloida jokainen latauspiste omalla kaapelillaan suoraan keskukselta. Latauspisteitä lisättäessä on kartoitettava kaapelireitit ja seinien läpiviennit, muut kuormitukset sekä sähköliittymän mitoitus. Kuormanhallinta voi auttaa siirtämään kiinteistössä tarvittavat suuret sähkötyöt isomman remontin yhteyteen.

Opinnäytetyössä käytiin tavoitteiden mukaisesti läpi sähköautojen lataamiseen liittyviä standardeja ja suosituksia sekä selvennettiin sähköautoihin ja niiden lataamiseen liittyviä käsitteitä. Työn tuloksena valmistui tavoitteena ollut tietopaketti sähköautojen latausratkaisuista. Varsinainen opinnäytetyö sisältää suurimman osan teoretisesta. Yritysten latausratkaisujen esittely on opinnäytetyön liitteenä. Työtä tehtäessä havaittiin, että tarjolla on useita käyttökelpoisia, hieman toisistaan poikkeavia vaihtoehtoja. Latausratkaisujen vertailuissa kannattaa kiinnittää huomiota hinnan ohella myös lisäominaisuuksiin. Lisäpalveluista voi löytyä käyttäjille, taloyhtiöille ja pysäköintialueille hyödyllisiä ominaisuuksia ajastuksiin, laskutukseen ja jopa pysäköinninvalvontaan asti. Joissain tapauksissa latauspisteiden helppo ja nopea muokattavuus pikaliittimillä voi olla ratkaisevaa.

Opinnäytetyössä tuotiin esiin kevään 2018 tilannetta. Standardit, suositukset ja erilaisten palveluiden vaihtoehdot muuttuvat jatkuvasti. Sähköautojen lataamisen liiketoiminta kasvaa ja uusia ratkaisuja kehitetään. Opinnäytetyötä ja sen liitteessä esiteltyjä vaihtoehtoja voidaan käyttää latausjärjestelmien suunnittelussa sekä uusien tuotteiden vertailukohtina tulevaisuudessa.

Tulevissa opinnäytetöissä voidaan selvittää asuinkiinteistössä tai pysäköintialueella paikallisesti tuotetun sähkön sekä ajoneuvosta verkkoon päin otettavan sähkön (Vehi-

cle-to-Grid, V2G) vaikutuksia liittymän tehontarpeeseen ja kustannuksiin. Yhtenä aiheena voidaan myös perehtyä sähköajoneuvojen ja latausjärjestelmien kommunikointiin ja latauksen aikaan keskeytyksettömään tehonsäätöön.

Tulevaisuuden visiona voidaan olettaa, että robottiautot yleistyvät. Se todennäköisesti lisää autoilun mukavuutta, autojen käyttöä ja niiden lataustarvetta. Toisaalta yhtä aikaa tämän kanssa voi lisääntyä ajon aikainen julkinen lataaminen, joka saattaa jonkin verran hillitä lataussähkön kasvavaa kulutusta asukaspysäköinnissä. Voi olla, että tulevaisuudessa lataamme ajoneuvojamme induktiivisesti samalla kun ajamme risteyksissä, kaduilla ja maanteilla.



## Lähteet

- 1 Bellis, Mary. 2017. A History of Electric Vehicles. Verkkoaineisto. <<https://www.thoughtco.com/history-of-electric-vehicles-1991603>>. 15.7.2017. Luettu 4.1.2018.
- 2 First recognized land-speed record. 2018. Verkkoaineisto. Guinness World Records. <[www.guinnessworldrecords.com/world-records/first-recognized-land-speed-record](http://www.guinnessworldrecords.com/world-records/first-recognized-land-speed-record)>. Luettu 6.2.2018.
- 3 History of the automobile. Verkkoaineisto. Encyclopedia Britannica. <<https://www.britannica.com/technology/automobile/History-of-the-automobile>>. Luettu 6.2.2018.
- 4 Sherman, Don. 2011. First to Sixty: La Jamais Contente. Verkkoaineisto. <[www.automobilemag.com/news/la-jamais-contente/](http://www.automobilemag.com/news/la-jamais-contente/)>. 3.1.2011. Luettu 6.2.2018.
- 5 Camille Jenatzy. 2009. Verkkoaineisto. Grandprixhistory. <[www.grandprixhistory.org/jenatzy\\_bio.htm](http://www.grandprixhistory.org/jenatzy_bio.htm)>. 20.3.2009. Luettu 6.2.2018.
- 6 01\_history\_electric\_cars\_Jamais\_contente.jpg. 2018. Verkkoaineisto. Classicandsportscar.com. <[www.classicandsportscar.com/sites/default/files/styles/slideshow\\_slide/public/2018-01/01\\_history\\_electric\\_cars\\_Jamais\\_contente.jpg](http://www.classicandsportscar.com/sites/default/files/styles/slideshow_slide/public/2018-01/01_history_electric_cars_Jamais_contente.jpg)>. 01/2018. Luettu 17.4.2018.
- 7 Georgano, Nick. 1991. Auto 1880-1920-luvulla. Helsinki: Gummerus.
- 8 Pentti Mikko, Mäkinen Ville. 2017. Suomen moottoriajoneuvokanta ennen vuotta 1922. Tekniikan Waiheita 2017:1. Verkkoaineisto. Tekniikan Historian Seura. <[http://www.mobilial.fi/sites/default/files/suomen\\_ajoneuvokanta\\_ennen\\_vuotta\\_1922.pdf](http://www.mobilial.fi/sites/default/files/suomen_ajoneuvokanta_ennen_vuotta_1922.pdf)>. Luettu 5.2.2018.
- 9 Ensimmäinen paloauto toimi sähköllä. 2016. Helsingin Sanomat 20.2.2016.
- 10 Leppänen, Seppo. 1973. Liikenne Suomessa 1900-1965. Suomen Pankin julkaisuja. Kasvututkimuksia 5. Helsinki: Uudenmaan Kirjapaino Oy.
- 11 Hjerpe, Riitta. 1988. Suomen talous 1860-1985. Suomen Pankki. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 12 Peltonen, Matti Tapani. 1983. Liikenne Suomessa 1860-1913. Suomen Pankin julkaisuja. Kasvututkimuksia 11. Helsinki: Kauppakirjapaino Oy.

- 13 Volkswagen Golf 4-oviset hinnasto. 2018. Verkkoaineisto. VW.  
<[https://www.volkswagen.fi/content/dam/vw-ngw/vw\\_pkw/importers/fi/hinnastot/ha%20vw%202018%2004%2003%20golf%204-oviset%20nro%2058.pdf/\\_jcr\\_content/renditions/original./ha%20vw%202018%2004%2003%20golf%204-oviset%20nro%2058.pdf](https://www.volkswagen.fi/content/dam/vw-ngw/vw_pkw/importers/fi/hinnastot/ha%20vw%202018%2004%2003%20golf%204-oviset%20nro%2058.pdf/_jcr_content/renditions/original./ha%20vw%202018%2004%2003%20golf%204-oviset%20nro%2058.pdf)>. 3.4.2018. Luettu 5.4.2018.
- 14 Myynnin kasvulukuja: 125%, 111%, 88% - autovallankumous taitaa sittenkin toteutua. 2018. Verkkoaineisto. Talouselämä.  
<<https://www.talouselama.fi/uutiset/myynnin-kasvulukuja-125-111-88-autovallankumous-taitaa-sittenkin-toteutua/205e74a9-09fd-3846-9e0d-86db97ff9fca>>. 16.1.2018. Luettu 6.3.2018.
- 15 Uusi Golf GTE. 2016. Verkkoaineisto. VW.  
<[https://www.volkswagen.fi/content/dam/vw-ngw/vw\\_pkw/importers/fi/Esitteet/golf-gte-esite.pdf/\\_jcr\\_content/renditions/original./golf-gte-esite.pdf](https://www.volkswagen.fi/content/dam/vw-ngw/vw_pkw/importers/fi/Esitteet/golf-gte-esite.pdf/_jcr_content/renditions/original./golf-gte-esite.pdf)>. Luettu 5.4.2018.
- 16 Supercharging-lataus. 2018. Verkkoaineisto. Tesla.  
<[https://www.tesla.com/fi\\_FI/support/supercharging](https://www.tesla.com/fi_FI/support/supercharging)>. Luettu 20.1.2018.
- 17 Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. 2010. Verkkoaineisto. Motiva Oy.  
<[https://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden\\_lampoarvot\\_hyotysuhteet\\_ja\\_hiili\\_diksidin\\_ominaispaastokertoimet\\_seka\\_energianhinnat\\_19042010.pdf](https://www.motiva.fi/files/3193/Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiili_diksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energianhinnat_19042010.pdf)>. 19.4.2010. Luettu 17.1.2018.
- 18 OVA-ohje: Moottoribensiini. 2016. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos.  
<[www.ttl.fi/ova/moottben.html](http://www.ttl.fi/ova/moottben.html)>. 20.1.2016. Luettu 17.1.2018.
- 19 Alakangas, Eija. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Verkkoaineisto. VTT Energia. <[www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf](http://www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf)>. Luettu 17.1.2018.
- 20 Ari Vuorela. 2018. Käytännön koe Helsingissä, ABC Meri-Rastilan polttoaineasemalla. 50 litran tankkaus bensiiniä kesti 1 minuutti 21 sekuntia. 22.3.2018.
- 21 Tesla Model S Weight Distribution. 2013. Verkkoaineisto. Teslarati.  
<<https://www.teslarati.com/tesla-model-s-weight/>>. Luettu 17.1.2018.
- 22 FAQ, Auton lataus. 2017. Verkkoaineisto. Tesla Club Finland.  
<<https://www.teslaclub.fi/FAQ/Lataus/>>. Luettu 11.3.2018.
- 23 Vertailu, Lataushybridit. 2018. Tuulilasi 01/2018.
- 24 FAQ, All About Charging. 2017. Verkkoaineisto. Fortum.  
<<https://chargedrive.com/en/faq/>>. Luettu 23.2.2018.

- 25 Charge on the Road. 2018. Verkkoaineisto. Tesla.  
<[https://www.tesla.com/fi\\_FI/supercharger](https://www.tesla.com/fi_FI/supercharger)>. Luettu 23.2.2018.
- 26 SFS-EN 60034-30-1:en Rotating electrical machines - Part 30-1:  
Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)
- 27 Nopeussäädettyjen käyttöjen opas. 3BFE64440217 R0105. 2001.  
ABB Automation Group Ltd.
- 28 Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko – Suomen kansallinen  
ohjelma. Direktiivin 2014/94/EU edellyttämä toimintakehys. 2017. Verkkoaineisto.  
LVM. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-501-9>>. 28.3.2017. Luettu 30.3.2018.
- 29 Neljä moottoria antaa mahdollisuuksia - Näin E-RA hallitsee pitoa Torque vecto-  
ring -järjestelmällä. 2016. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous.  
<<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metalli/nelja-moottoria-antaa-mahdollisuuksia-nain-e-ra-hallitsee-pitoa-torque-vectoring-jarjestelmalla-6604415>> 2.12.2016. Luettu 19.1.2018.
- 30 Era – maailman nopein sähköauto. 2015. Verkkoaineisto. Moottori.  
<<https://www.moottori.fi/ajoneuvot/jutut/era-maailman-nopein-sahkoauto/>>  
31.10.2015. Luettu 19.1.2018.
- 31 Suomen seuraava supersähköauto tulee tilaustyönä Helsingistä - valmistuu ke-  
vällä. 2016. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous.  
<<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/suomen-seuraava-supersahkoauto-tulee-tilaustyona-helsingista-valmistuu-kevaalla-6604467>>  
2.12.2016. Luettu 19.1.2018.
- 32 Global EV Outlook 2016. 2016. Verkkoaineisto. OECD/IEA.  
<[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global\\_EV\\_Outlook\\_2016.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf)>. Luettu 30.3.2018.
- 33 Autosi voi pian olla kevythybridi - tiedätkö mikä se on?. 2017. Verkkoaineisto.  
Iltalehti. <[www.iltalehti.fi/autouutiset/201706092200196889\\_oa.shtml](http://www.iltalehti.fi/autouutiset/201706092200196889_oa.shtml)>.  
11.6.2017. Luettu 26.3.2018.
- 34 Kataja, Arvo. 2012. Hybridiautojen vaikutus varaosamyyntiin. Opinnäytetyö.  
Turun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 35 Sähkö parantaa autojen tehokkuutta. 2014. Verkkoaineisto. ETN.  
<[www.etn.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1965](http://www.etn.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=1965)>. 24.10.2014.  
Luettu 26.3.2018.
- 36 Nissan harkitsee e-Power-hybridejä myös Japanin ulkopuolelle. 2017. Verkkoai-  
neisto. Moottori. <<https://www.moottori.fi/ajoneuvot/jutut/nissan-harkitsee-e-power-hybrideja-myojapanin-ulkopuolelle/>>. 17.5.2017. Luettu 25.3.2018.

- 37 BMW i3 Range Extender - best hybrid cars. 2018. Verkkoaineisto. Autoexpress. <[www.autoexpress.co.uk/bmw/i3/97322/bmw-i3-rex-range-extender-94ah-2016-review-pictures#5](http://www.autoexpress.co.uk/bmw/i3/97322/bmw-i3-rex-range-extender-94ah-2016-review-pictures#5)>. 26.1.2018. Luettu 27.3.2018.
- 38 California's Advanced Clean Cars Midterm Review. Appendix I. 2017. Verkkoaineisto. California Environmental Protection Agency Air Resources Board. <[https://www.arb.ca.gov/msprog/acc/mtr/appendix\\_i.pdf](https://www.arb.ca.gov/msprog/acc/mtr/appendix_i.pdf)>. 18.1.2017. Luettu 27.3.2018.
- 39 Clarkson, Cote. 2015. Op-Ed: The Volt is an EREV, and Here's Why. 2015. Verkkoaineisto. <<https://insideevs.com/volt-erev-explained/>>. 22.1.2015. Luettu 26.3.2018.
- 40 TM vertailu: Lataushybridit. 2014. Verkkoaineisto. Tekniikan Maailma. <<https://tekniikanmaailma.fi/tm-vertailu-lataushybridit/>>. 12.06.2014. Luettu 27.3.2018.
- 41 Hyundai ix35 Fuel Cell -polttokennoauto. Verkkoaineisto. Hyundai. <<https://www.hyundai.fi/281941-2/>>. Luettu 19.1.2018.
- 42 Vetyauto karkkyy jo vuoroaan: yli 500 km tankillisella ja päästöt vain vettä. 2017. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous. <<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/vetyauto-karkkyy-jo-vuoroaan-yli-500-km-tankillisella-ja-paastot-vain-vetta-6635823>>. 24.3.2017. Luettu 19.1.2018.
- 43 Vetyauto. 2018. Verkkoaineisto. Trafi. <<https://www.trafi.fi/oleedellakavija/vetyauto>>. 18.3.2018. Luettu 19.3.2018.
- 44 Listasimme: Kaikki Suomessa myytävät uudet sähköautot ja hybridit. 2017. Verkkoaineisto. Iltalehti. <[www.iltalehti.fi/autouutiset/201708292200357690\\_oa.shtml](http://www.iltalehti.fi/autouutiset/201708292200357690_oa.shtml)> 30.8.2017. Luettu 26.3.2018.
- 45 Toimintasäde - kuinka pitkälle akku riittää?. Verkkoaineisto. Tesla Club Finland. <<https://www.teslaclub.fi/FAQ/Toimintas%C3%A4de/>>. Luettu 26.3.2018.
- 46 Tässä kaikki Suomessa myytävät sähköautot – ja niiden todelliset toimintamatkat talvella. 2016. Verkkoaineisto. Kauppalehti. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tassa-kaikki-suomessa-myytavat-sahkoautot--ja-niiden-todelliset-toimintamatkat-talvella/wPTZZ3kv>> 31.12.2016. Luettu 26.3.2018.
- 47 Tilastotietokanta. 2018. Verkkoaineisto. Trafi. <<https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tietokannat>>. 27.3.2018. Luettu 27.3.2018.

- 48 Täyssähköautojen myynnillä on kovat odotukset. 2018. Verkkoaineisto. Kauppalehti. <<https://m.kauppalehti.fi/uutiset/tayssahkoautojen-myyntilla-on-kovat-odotukset/4Qf98EkV>>. 2.2.2018. Luettu 27.3.2018.
- 49 Mitä standardisointi on?. Verkkoaineisto. YTL ry. <[www.ytl.fi/mita\\_teenme/standardisointi/mita\\_standardisointi\\_on](http://www.ytl.fi/mita_teenme/standardisointi/mita_standardisointi_on)>. Luettu 4.1.2018.
- 50 Standardisoinnin maailmankartta. SFS ry. Verkkoaineisto. <[https://www.sfs.fi/standardien\\_laadinta/mita\\_standardisointi\\_on/standardisoinnin\\_maailmankartta](https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/mita_standardisointi_on/standardisoinnin_maailmankartta)>. Luettu 24.3.2018.
- 51 SFS Vuosikertomus 2017. 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Verkkoaineisto. SFS ry. <[https://www.sfs.fi/files/8507/SFS\\_vuosikertomus\\_2017\\_netti.pdf](https://www.sfs.fi/files/8507/SFS_vuosikertomus_2017_netti.pdf)>. Luettu 7.5.2018.
- 52 Standardien laadinta on kaikille avointa, vapaaehtoista, konsensusperustaista työtä. Verkkoaineisto. SFS ry. <[https://www.sfs.fi/standardien\\_laadinta](https://www.sfs.fi/standardien_laadinta)>. Luettu 24.3.2018.
- 53 SFS:n toimialayhteisöt. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry/organisaatio/toimialayhteisot](https://www.sfs.fi/sfs_ry/organisaatio/toimialayhteisot)>. Luettu 24.3.2018.
- 54 SFS Vuosikertomus 2015. 2016. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Verkkoaineisto. SFS ry. <[https://www.sfs.fi/files/8099/160404\\_SFS\\_vuosikertomus\\_2015\\_screen.pdf](https://www.sfs.fi/files/8099/160404_SFS_vuosikertomus_2015_screen.pdf)>. Luettu 12.2.2018.
- 55 CENin ja ISON komiteat. Verkkoaineisto. SFS ry. <[https://www.sfs.fi/standardien\\_laadinta/cenin\\_ja\\_ison\\_komiteat](https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/cenin_ja_ison_komiteat)>. Luettu 25.3.2018.
- 56 Sähköautot ja latausjärjestelmät. Verkkoaineisto. SESKO ry. <[www.sesko.fi/standardit/standardoinnin\\_aihealueita/sahkoautot\\_ja\\_latausjarjestelmat](http://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat)>. Luettu 25.3.2018.
- 57 Komitean SK 69 tehtävät. Verkkoaineisto. SESKO ry. <[www.sesko.fi/standardit/standardoinnin\\_aihealueita/sahkoautot\\_ja\\_latausjarjestelmat/komitean\\_tehtavat](http://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/komitean_tehtavat)>. Luettu 25.3.2018.
- 58 Sähköasennuksia koskevat standardit. Verkkoaineisto. SESKO ry. <[www.sesko.fi/standardit/standardoinnin\\_aihealueita/sahkoasennukset](http://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoasennukset)>. Luettu 25.3.2018.
- 59 Ajoneuvot, logistiikka ja älykkäät liikennejärjestelmät. Verkkoaineisto. YTL ry. <[www.ytl.fi/mita\\_teenme/standardisointi/toimialakohtaiset\\_sivut/ajoneuvot\\_logistiikka\\_ja\\_alyliikenne](http://www.ytl.fi/mita_teenme/standardisointi/toimialakohtaiset_sivut/ajoneuvot_logistiikka_ja_alyliikenne)>. Luettu 25.3.2018.

- 60 Ajoneuvovalmistajien jaosto. Verkkoaineisto. YTL ry.  
<[www.ytl.fi/toimialat/tuotanto\\_ja\\_jalostus/ajoneuvovalmistajat](http://www.ytl.fi/toimialat/tuotanto_ja_jalostus/ajoneuvovalmistajat)>. Luettu 25.3.2018.
- 61 Viestintävirasto 2017. 2016. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. <[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry/organisaatio/toimialayhteisot/viestintavirasto](https://www.sfs.fi/sfs_ry/organisaatio/toimialayhteisot/viestintavirasto)>. Luettu 25.3.2018.
- 62 Kiinteistöjen latauspaikat -esiselvitys. 2015. Verkkoaineisto. Motiva Oy.  
<[https://www.motiva.fi/files/10869/Kiinteistojen\\_latauspaikat\\_esiselvitys.pdf](https://www.motiva.fi/files/10869/Kiinteistojen_latauspaikat_esiselvitys.pdf)>. Luettu 17.1.2018.
- 63 Sähköautojen latausjärjestelmä. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy.  
<<https://plugit.fi/fi-fi/latausjarjestelma/ratkaisut-ja-palvelut/266/>>. Luettu 8.3.2018.
- 64 Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2018. SESKO ry. 8.3.2018.  
Helsinki: SESKO ry.
- 65 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta (478/2017). 2017. Verkkoaineisto. Finlex.  
<[www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170478](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170478)>. 28.6.2017. Luettu 10.2.2018.
- 66 Sähköautojen latausratkaisu: Pömpeli Kiinteistö. 2018. Verkkoaineisto. Lännen Voima. <<https://lannenomavoima.fi/sahkoautoilun-latausratkaisut/pompeli-kiinteisto>>. Luettu 28.3.2018.
- 67 SFS 6000-7-722:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-722: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. 2017. 2. painos. 18.8.2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 68 ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. SESKO ry. 13.3.2018. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 69 Salonen N, Poskiparta L, Kumpula T. 2015. Sähköautojen julkiset latauspisteet, Selvitys ja suosituksia. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.
- 70 Better Place: what went wrong for the electric car startup?. 2013. Verkkoaineisto. The Guardian. <<https://www.theguardian.com/environment/2013/mar/05/better-place-wrong-electric-car-startup>>. 5.3.2013. Luettu 11.3.2018.
- 71 Vesa, Juha. 2017. Kehityspäällikkö, SESKO ry. Sähköautojen lataus. Pelastusviranomaisten ajankohtaispäivät pelastustoimen laitteista. Verkkoaineisto.  
<[www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen\\_laitteet/2017\\_Vesa\\_S%C3%A4hk%C3%B6autojen\\_lataus.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/2017_Vesa_S%C3%A4hk%C3%B6autojen_lataus.pdf)>. 4.10.2017. Luettu 28.3.2018.
- 72 Charging technology for E-Mobility. EMO03-17.000.L3. Tuoteluettelo. 2017. Phoenix Contact.

- 73 Latauspistoketyypit sähköautoille. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/latauspistoketyypit-sahkoautoille/135>>. Luettu 31.3.2018.
- 74 Vuosi sähköllä: kWh, CHAdemo, CCS... – mitä ihmettä sähköautoilun termit tarkoittavat?. 2018. Verkkoaineisto. Moottori. <<https://www.moottori.fi/ajoneuvot/jutut/vuosi-sahkolla-kwh-chademo-ccs-mita-ihmetta-sahkoautoilun-termit-tarkoittavat-2/>>. 29.3.2018. Luettu 31.3.2018.
- 75 Nissan Leafin akku latautuu kylmänä nopeammin AC-laturista. 2018. Verkkoaineisto. Autotie. <<https://www.autotie.fi/tien-sivusta/sahkoautoileva-motoristi/nissan-leafin-akku-latautuu-kylmana-nopeammin-ac-laturista>>. 5.2.2018. Luettu 3.3.2018.
- 76 China National Standards, What is GB standards (GuoBiao Standards)? Verkkoaineisto. GB Standards.org. <[www.gbstandards.org/](http://www.gbstandards.org/)>. Luettu 6.2.2018.
- 77 Support. Home Charging Installation. Verkkoaineisto. Tesla. <[https://www.tesla.com/fi\\_FI/support/home-charging-installation](https://www.tesla.com/fi_FI/support/home-charging-installation)>. Luettu 28.3.2018.
- 78 Nantes valitsi ABB:n urauurtavan sähköbussiteknologian. 2017. Verkkoaineisto. ABB. <[www.abb.fi/cawp/seitp202/d8049be1c04afaec12581c60017acaf.aspx](http://www.abb.fi/cawp/seitp202/d8049be1c04afaec12581c60017acaf.aspx)>. 27.10.2017. Luettu 2.3.2018.
- 79 Varkaat vohkivat Kiinan vasta avatun aurinkosähkömoottoritien paneeleita – ehti olla avattuna vain 5 päivää. 2018. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous. <<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/varkaat-vohkivat-kiinan-vasta-avatun-aurinkosahkomoottoritien-paneeleita-ehti-olla-avattuna-vain-5-paivaa-6695510>>. 9.1.2018. Luettu 22.3.2018.
- 80 SFS 5805:2017. Pistokytkimet. Sanasto. 2017. 2. painos. 19.5.2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 81 Järvi, Joel. 2018. Tuotepäällikkö, Parkkisähkö Oy. Puhelinkeskustelu 13.3.2018.
- 82 Sähköauton ottotehot ja lataaminen - Sähköopin perusteita. 2017. Verkkoaineisto. Liikennevirta Oy. <<https://www.virta.global/news-fi/ampeerit-kilowatit-ja-sahkoauton-lataaminen-sahkoopin-perusteita>>. 29.11.2017. Luettu 21.3.2018.
- 83 Raskaiden työkonoiden sähköistämisessä lähes 90 miljardin markkinat – puhtaampi ilma kaivoksissa tuo jopa yli 50% kustannussäästöt. 2018. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous. <<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metalli/raskaiden-tyokoneiden-sahkoistamisessa-lahes-90-miljardin-markkinat-puhtaampi-ilma-kaivoksissa-tuo-jopa-yli-50-kustannussaastot-6696025>>. 12.1.2018. Luettu 3.3.2018.

- 84 Ukkola, Jukka. 2010. Eurooppa listasi malmit – Suomessa lupaava määrä kriittisiä mineraaleja. Verkkoaineisto. Suomen Kuvalehti. <<https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/eurooppa-listasi-malmit-suomessa-lupaava-maara-kriittisia-mineraaleja/>>. 19.6.2010. Luettu 3.3.2018.
- 85 Sähköautojen akuissa tarvittavan koboltin hinta noussut ennätykseen – EU:ssa kobolttia saadaan vain Suomesta. 2018. Verkkoaineisto. ESS/STT. <<https://www.ess.fi/uutiset/talous/art2439376>>. 21.2.2018. Luettu 3.3.2018.
- 86 Suomella tuhannen taalan paikka päästä sähköautoilun 250 miljardin euron markkinalle – akkutehtaista voi tulla jättipotti. 2017. Verkkoaineisto. Aamulehti. <<https://www.aamulehti.fi/uutiset/suomella-tuhannen-taalan-paikka-paasta-sahkoautoilun-250-miljardin-euron-markkinalle-akkutehtaista-voi-tulla-jattipotti-200547557>>. 21.11.2017. Luettu 18.1.2018.
- 87 Keliberin litiumkemiantehdas Kokkolaan. 2018. Verkkoaineisto. Keliber. <<https://www.keliber.fi/sijoittajat/tiedotteet-ja-julkaisut/510E9DD6DB28C7EE/>> 16.1.2018. Luettu 18.1.2018.
- 88 Litium, tuo maaginen 10 grammaa, jota ilman et tule toimeen. 2017. Verkkoaineisto. YLE. <<https://yle.fi/uutiset/3-9617107>>. 25.5.2017. Päivitetty 22.11.2017. Luettu 2.2.2018.
- 89 1 megawatin akku koostuu kotitalouksista, lämminvesivaraaja pois päältä 10 minuutiksi – Fortum: Tärkeä alku sähkömarkkinan kysyntäjoustolle. 2018. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous. <<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/1-megawatin-akku-koostuu-kotitalouksista-lamminvesivaraaja-pois-paalta-10-minuutiksi-fortum-tarkea-alku-sahkomarkkinan-kysyntajoustolle-6696726>>. 17.1.2018. Luettu 30.1.2018.
- 90 Sähköjärjestelmää kehitetään joustavammaksi, kun uusiutuvien osuus kasvaa. 2017. Verkkoaineisto. Helen. <<https://www.helen.fi/uutiset/2017/sysflex/>>. 18.12.2017. Luettu 30.1.2018.
- 91 Sähköauton hankintatuki. 2018. Verkkoaineisto. Trafi. <[https://www.trafi.fi/oleedellakavija/tayssahkoauto/sahkoauton\\_hankintatuki](https://www.trafi.fi/oleedellakavija/tayssahkoauto/sahkoauton_hankintatuki)>. 10.01.2018. Luettu 24.3.2018.
- 92 Grönlund, Pekka. Ylitarkastaja, Työ- ja elinkeinoministeriön energiaosasto, energiatuki. Sähköpostiviesti 20.2.2018.
- 93 Avustus sähköajoneuvojen latausinfraan haettavaksi syksyllä. 2018. Verkkoaineisto. ARA. <[www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset\\_ja\\_tiedotteet/Uutiset\\_ja\\_tiedotteet\\_2018/Avustus\\_sahkoajoneuvojen\\_latausinfraan\\_h\(45776\)](http://www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset_ja_tiedotteet/Uutiset_ja_tiedotteet_2018/Avustus_sahkoajoneuvojen_latausinfraan_h(45776))> 18.1.2018. Luettu 24.3.2018.



- 94 Haakana, Maarit. 2017. Energiatodistusasetusten muutos ja muuta ajankohtaista YM:stä. Verkkoaineisto. YM. <[energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1e7d34bfe4e2fe4d34b11e7beab99274de6e191e191/maarit\\_haakana\\_ym.pdf](https://energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1e7d34bfe4e2fe4d34b11e7beab99274de6e191e191/maarit_haakana_ym.pdf)>. 23.11.2017. Luettu 24.3.2018.
- 95 Hirvonen, Henri. 2017. Sähköautojen latauspisteet ulkovalaistusverkossa. Opinnäytetyö. 08/2017. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 96 Säästävä äly tulee katuvalaisimiin – paikka myös 5G-tukiasemille. 2018. Uusiteknologia.fi. <<https://www.uusiteknologia.fi/2018/02/12/saastava-aly-tulee-katuvalaisimiin-paikka-myo-5g-tukiasemille/>>. 12.2.2018. Luettu 24.3.2018.
- 97 Henkilöliikennetutkimus 2010–2011. 2012. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <[https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lr\\_2012\\_henkiloliikennetutkimus\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf)>. Luettu 24.3.2018.

## **Yritysten tarjoamat latausratkaisut asuinkiinteistöille ja pysäköintialueille keväällä 2018**

### **Liitteen sisällys**

1	Huomioitavia asioita latausjärjestelmän hankinnassa taloyhtiöön	2
2	Yritysten tarjoamat sähköautojen latausratkaisut	5
2.1	eTolppa, eParking	5
2.2	Fortum Charge & Drive	10
2.3	Parkkisähkö	14
2.4	PlugIt	18
2.5	Virta	21
	Liitteen lähteet	26

## 1 Huomioitavia asioita latausjärjestelmän hankinnassa taloyhtiöön

Latausratkaisujen hankintaan tarvittavat päätökset ja kustannusten jakautuminen riipuvat kiinteistön ja pysäköintipaikan omistuksesta. Taulukossa 1 on Motivan ehdotus kustannusten jakamiseksi. Päätöksenteon prosessit jäävät tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Tässä opinnäytetyön liitteessä käydään vain lyhyesti läpi asioita, joihin latausjärjestelmän hankinnassa kannattaa kiinnittää huomiota.

Aivan aluksi kannattaa tehdä taloyhtiön sisäinen kysely sähköauton lataustarpeista nyt ja lähivuosina. Samalla voidaan kysyä muutostoiveista autonlämmitykseen.

Taulukko 1. Motivan ehdottama esimerkkiratkaisu latauspisteiden kustannusten jakamiseksi [1, s. 5].

Hankkeen tyyppi	Päätöksentekoon vaaditaan	Esimerkkiratkaisu latauspisteiden kustannusten maksajaksi	
		Rakentaminen, viankorjaukset, ylläpito	Sähkönkulutus
<b>Taloyhtiön hanke</b> (autopaikat yhtiön hallinnassa) kaikki autopaikat muutetaan latauspisteiksi.	Kaikkien osakkaiden suostumus.	Taloyhtiö (peritään vastikkeessa).	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).
<b>Taloyhtiön hanke</b> (autopaikat yhtiön hallinnassa) autopaikoista muutetaan latauspisteiksi enintään sähköjärjestelmän nykyisen kapasiteetin sallima määrä.	Yksinkertainen enemmistö yhtiökouksessa.	Taloyhtiö (peritään vastikkeessa).	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).
<b>Osakasvähemmistön hanke</b> (autopaikat yhtiön hallinnassa).	Vähintään 2/3 enemmistö yhtiökouksessa edustetuista osakkeista ja annetuista äänistä.	Ne osakkaat, jotka haluavat latauspisteen.	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).
<b>Osakkaan oma hanke</b> (autopaikat osakashallinnassa).	Taloyhtiön lupa.	Osakas itse.	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).

Hankkeeseen kuluu rahaa kertainvestointina ja mahdollisesti myös kuukausiveloituksina tulevaisuudessa. Näitä on hyvä alustavasti selvittää jo ennen maksullisen kartoituksen

sen tilaamista. Suunnitelmia kannattaa varautua muuttamaan myöhemmin, latauskartoituksen perusteella.

*Latauskartoitus* on usean yrityksen hieman eri nimillä tarjoama palvelu, joka suositellaan teetettäväksi ennen järjestelmän tilaamista. Kartoitus on sähköalan ammattilaisen tekemä tarkastus latauspisteiden toteutusmahdollisuuksista. Kartoitus ei yleensä sido jatkotilauksiin. Tässä työvaiheessa ammattilainen vertaa esitettyjä toiveita nykyisiin kaapelointeihin, virtoihin, suojauksiin ja keskusten kapasiteetteihin. Muutostöiden tarpeet ja kustannukset arvioidaan. Vertailussa huomioidaan sähkökeskuksen kaikki kuormitus sekä koko kiinteistön sähkönkulutus ja tarvittava huipputeho. Jos toivotut latausmahdollisuudet lisäävät yhtäaikaista kuormitusta paljon, pysäköintipaikoille voidaan tarvita paksummat ja latauspistekohtaiset kaapeloinnit, maankaivuutöitä, kiinteistöön suurempi sähköliittymä ja mahdollisesti uusi sähkökeskus. Joskus latauspisteiden sähkönsyötön vaihtoehtoksi voi olla tarjolla useampi kuin yksi keskus. Jos käytettävissä olevien keskusten kapasiteetti ei riitä, on suositeltavaa lisätä kokonaan oma keskus latauspisteitä ja autonlämmityspistorasioita varten. Kartoituksessa voidaan toisaalta havaita, että nykyinen kapasiteetti riittää lähitulevaisuuden tarpeisiin aivan hyvin. Edellytyksenä voivat olla kuormanhallinta ja älykkäät latauspisteet.

Sähkönkulutus voidaan laskuttaa arvioidun kulutuksen perusteella kuukausittain, mutta käyttäjäkohtainen mittaus on suositeltavaa. Yksinkertaisimmillaan käyttäjäkohtainen kulutus voidaan mitata nimettyjen paikkojen latauspisteisiin asennettavilla kWh-mittareilla. Kehittyneempi ratkaisu on lataustavan 2 tai 3 älykäs latauspiste, josta kulutustiedot saadaan etäkäytöllä. Sähkön laskutus voidaan mahdollisesti ulkoistaa palveluntarjoajalle. Mittaus voi perustua käyttäjän tunnistukseen, jolloin kiinteistä nimikkopaikoista voidaan haluttaessa luopua. Joissain ratkaisuissa sähkön käyttöä voidaan vuokrata ulkopuolisille. Älykäs järjestelmä saattaa tuoda käyttäjille latauksen ja lämmityksen etähallinnan.

Asennuspalvelu on usein erisisältöinen omakotitaloihin ja taloyhtiöihin. Omakotitalojen asennuspalvelu sisältää usein myös latauskartoituksen. Omakotitalojen asennuspalvelu saattaa sisältää myös esimerkiksi 15 metriä kaapelia pinta-asennustöineen ja yhden tai useamman puuseinän läpiviennin. Taloyhtiöiltä laskutetaan yleensä jokainen työvaihe erikseen ja myös todellinen työmäärä on usein suurempi.

Ylläpitosopimukseen voi parhaimmillaan kuulua laitteiston etähallinta ja viankorjaus tietyllä vasteajalla. Sopimuksessa voi olla myös laitteiston määräaikaishuolto, jossa tietyin väliajoin käydään tarkastamassa laitteiston ja palvelun virheetön toiminta. Jos tällaisia ylläpitosopimuksia ei ole tarjolla, huoltotyöt voi tilata erikseen toiselta liikkeeltä.

Osa yrityksistä tarjoaa kaikki latausratkaisut palveluna. Tällöin latauspisteiden laitteita ei tarvitse ostaa. Taloyhtiön kustannukseksi jäävät silti ainakin kartoitus ja kiinteistön sähkötyöt.

Latauslaitteiden valinnassa voidaan joutua varmistamaan myös arkkitehtoniset kysymykset. Joissain tapauksissa arkkitehti voi määrätä asennettavaksi juuri tietyn malliset laitteet. [2.]

Avoimuus ja yhteisten pelisääntöjen sopiminen ovat tärkeitä latauspisteitä ja sähkönsyöttöä suunniteltaessa. Epäselvä toiminta tai piittaamattomuus kustannusten jakamisessa luovat helposti erimielisyyksiä asuinkiinteistön asukkaiden kesken. [3.]

Ehdotus etenemisjärjestykseksi:

- 1) Selvitetään tarpeet taloyhtiön sisäisesti.
- 2) Sovitaan periaatteet ja kustannusten jako.
- 3) Tilataan latauskartoitus.
- 4) Vertaillaan kohteeseen sopivia latausratkaisuja.
- 5) Tilataan latausratkaisun asennus ja käyttöönotto.

Tämä opinnäytetyön liite pyrkii osaltaan auttamaan latausratkaisujen vertailussa, kohdassa neljä.

## 2 Yritysten tarjoamat sähköautojen latausratkaisut

Tässä luvussa esitellään sähköautojen lataamiseen keskittyneiden yritysten tarjoamia latausratkaisuja. Rajauksena on palveluiden tarjoaminen myös taloyhtiöille. Tarjotuista ratkaisuksista kerrotaan lyhyesti. Esittelyssä kerrotaan myös mahdollisista tuotteista julkisille latauspisteille ja omakotitaloihin, jotta niiden kytkeytyminen taloyhtiön palvelupaketteihin tulee ymmärrettävämmäksi. Esittelyyn on pyritty saamaan kaikki vuoden 2018 keväällä tarjolla olleet vaihtoehdot. Vaihtoehdot ovat tuotenimen mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Saatavissa olevat palvelut, laitevaihtoehdot ja hinnat muuttuvat jatkuvasti, joten ajankohtainen tilanne kannattaa selvittää suoraan latausjärjestelmän toimittajalta.

### 2.1 eTolppa, eParking

eTolppa- ja eParking ovat IGL-Technologies Oy:n kehittämiä sähköautojen latausjärjestelmiä usealle pysäköintiruudulle. Tilauksen vähimmäismäärä on 10 pysäköintiruutua. [4.]

IGL-Technologies Oy on pysäköintiin liittyvien internet-sovellusten, etäohjausjärjestelmien, langattomien verkkojen ja automaatioteknologian sopimustoimittaja. Yhtiö ei pyri julkisten latauspisteiden toimijaksi, vaan suurimpana kohderyhmänä ovat pysäköintilaitokset ja taloyhtiöt. [4; 5.]

#### eTolppa

eTolppa-järjestelmällä saadaan lämmityspistorasioihin ja latauspisteisiin rasiakohtainen etäohjaus ja ajastusmahdollisuus. Sähkönkulutus mitataan käyttäjäkohtaisesti. eTolppa-järjestelmän hinnat riippuvat kohteesta ja halutuista ominaisuuksista. Hinta keväällä 2018 on alimmillaan 30 euroa / kk yhdelle pysäköintialueelle. [6.]

eTolppa-järjestelmään kuuluvat latauspisteet ja autonlämmityspistorasiat, langaton tukiasema Xodem, pilvipohjainen hallintajärjestelmä ja käyttäjän mobiilisovellus [7; 8, s. 4].

## eTolppa-järjestelmän laitevaihtoehdot

eTolppa-ratkaisussa vanhat autonlämmityspistorasiat korvataan tai muutetaan eTolppa-malliseksi laitteiksi, joiden sisällä on järjestelmään sopiva Ethernet-kaapeloinnin tai langattoman lähiverkon moduuli [4.]

eTolppa- ja eParking -järjestelmät ovat yhteensopivia monien valmistajien laitteisiin. Yleensä kaikkein edullisimmaksi tulee tehtaassa esiasennettu malli. Yhteensopivia latauslaitteita ja autonlämmityspistorasioita valmistavat Satmatic, Garo, Fibox, SLOn Pike Pro ja KK-sähkötukun myyntivalikoimassa oleva Finpilar. Muiden valmistajien latauslaitteita voidaan jälkiasennuksena liittää eTolppa- ja eParking-järjestelmään, jos laitteet tukevat OCPP 1.6 -protokollaa. [2.]

Järjestelmään voidaan liittää lataustavan 3 tyyppien 1 ja 2 latauspisteitä sekä hitaan lataustavan 2 sukopistorasiallisia malleja. Kuvassa 1 on esimerkkejä eTolppa-laitteista. [2; 7.]

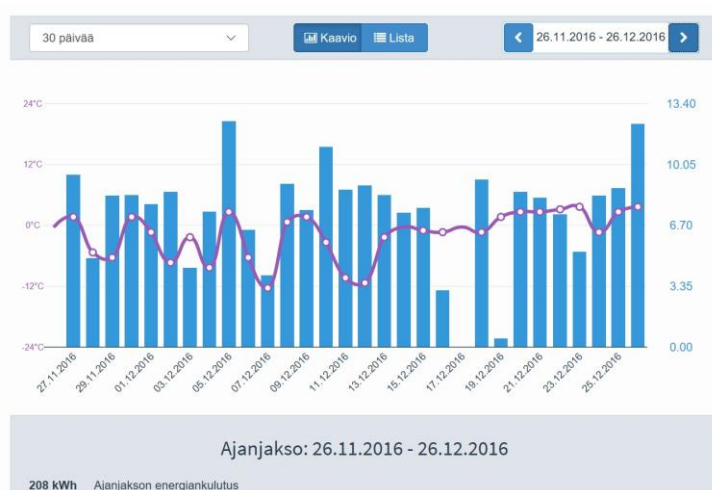


Kuva 1. eTolppa-järjestelmään yhteensopivia laitteita. Vasemmalla Satmaticin sukopistorasiallinen 8MMO459eTolppa, sen vieressä 8MMO4102L ja 8MMO3302L. Johdollinen on Finpilarin FIPA3.6-eV110K2. Viimeisenä oikealla on omalla rungollaan seisova kahden latauspisteen Satmatic 8MMO15313, jossa on tyyppin 2 latauspistorasiat ja myös sukopistorasiat. [9; 10.]

Sukopistorasiat ovat vahvistettuja ”super-schuko”-rasioita. Jos liitäntäpiste on sukopistorasia, sitä voidaan käyttää myös autonlämmitykseen. [4.]

### eTolppa käyttäjälle

eTolppa-järjestelmän käyttäjälle luodaan tunnukset myös eParking-järjestelmään. Järjestelmään kirjautunut käyttäjä voi verkkosivun kautta tai mobiilisovelluksella ohjata tolppaan sähköt päälle ja pois sekä laittaa sähkösaantiin ajastuksen. Käyttäjä näkee autoonsa menevän reaaliaikaisen sähkötehon. Tilastointi näyttää käyttäjälle eri aikaväleillä toteutuneen kulutuksen kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2. eTolppa-järjestelmän käyttäjän näkemä tilasto omasta sähkönkulutuksestaan [11]. Laitemallista ja sopimuksista riippuen käyttäjä voi aloittaa ja lopettaa latauksen myös NFC- tai RFID-tunnisteella [12].

### eTolppa pysäköintipaikan hallinnoijalle

Jos kaikki autonlämmitysrasiat vaihdetaan eTolppa-laitteiksi, saadaan koko alue saman järjestelmän hallintaan. Pysäköintialueen hallinnoija määrää sähkön hinnat ja voi porrastaa annettavaa tehoa käyttäjän kuukausiveloituksen mukaan. Käyttäjakohtaisen laskutuksen takia pysäköintipaikkojen ei välttämättä tarvitse olla nimettyjä. Latauspisteitä voidaan haluttaessa myös vuokrata eTolppa-järjestelmään rekisteröityneille ulkopuolisille autoilijoille, esimerkiksi tiettyinä kellonaikoina. [4.]



Lämmityspistorasiakäyttäjiä varten eTolppa-järjestelmässä on ulkolämpötilan mittaus. Leutoina päivinä lämmityksen alkua voidaan viivästyttää, jolloin energiaa säästyy. IGL-Technologies käyttää tästä nimitystä EKO-toiminto. Sitä käytettäessä autoilija määrittelee kellonajan, jolloin auton pitää olla lähtökunnossa. Yrityksen oman ilmoituksen mukaan lämmityskustannuksissa voi tulla 65 %:n säästö. [5.]

#### Ominaisuudet muokattavissa

eTolppa-järjestelmää voidaan muokata asiakkaan tarpeiden mukaan. Pysäköintialueen hallinnoija voi esimerkiksi virtamittausten perusteella erotella käyttäjät kahteen kuukausiveloituksen ryhmään: pienivirtaiset ”lämmitystolppakäyttäjät” ja suurivirtaiset ”sähköauton lataajat”. Jako voi perustua myös käyttäjän kuluttamaan energiaan ja ryhmiä voi olla useita. Energiankulutuksen mukaisia porrastuksia käytetään lähinnä yli 1000 auto-paikan asiakkailla. [4.]

Kuormanhallinnan tarkkuus riippuu latauspisteen älykkyydestä. Jos pysäköintialueen kaikki latauspisteet ovat OCPP-yhteensopivia lataustavan 3 laitteita, niiden lataussäätimillä voidaan säätää virtaa katkottomasti. Tällöin laitteita ohjataan Ethernet-kaapeloinnin tai mobiiliverkon SIM-korttien kautta. Suko-pistorasioita ja ”tyhmiä” lataustavan 3 latauspisteitä ohjataan päälle/pois-tyyppisesti langattomalla yhteydellä, jolloin datakaapelointia ei tarvita. [4.]

#### Xodem ja pienen datavirran mesh-verkko

Päälle/pois-tyyppisillä ohjauksilla toimivat laitteet saavat langattoman lähiverkko-yhteytensä tukiasemalta, joka on Xortec Oy:n valmistama. Tukiasemalaite on nimeltään Xodem. [13, s. 2.]

Muista opinnäytetyössä eteen tulleista ratkaisuista poiketen eTolppa-laitteet eivät langattomassa lähiverkossaan käytä normaalien WiFi-laitteiden kanavia, vaan ZigBee-protokollaa. ZigBee on hyvin pienille datanopeuksille suunniteltu langattoman lähiverkon tekniikka, jonka virrankulutus on pieni [14]. IGL-Technologiesin edustajan mukaan tekniikka sopii latauspisteiden päälle/pois-tyyppiseen ohjaukseen, jossa siirrettävät datamäärät ovat pieniä ja tiiviitä sanomia. Viiveiden suuruus ei ole kriittistä. Lähimmän tolpan maksimietäisyydeksi Xodemista suositellaan 100 metriä. eTolppa-laitteet ottavat langattomasti yhteyttä toinen toisiinsa, muodostaen mesh-tyyppisen, itsestään reititty-

vän verkon. Laitteet hakevat parhaan kanavan automaattisesti. Yksittäisten tolppien kommunikointi siirtyy tolpastä tolppaan ja lopulta lähimmältä tolpalta Xodemin kautta taustajärjestelmään. Mesh-verkko on itsekorjautuva, eli yksittäisen tolpan hajoaminen esimerkiksi ilkeivallan takia ei häiritse muiden tolppien toimintaa, jos sähkönsaanti säilyy ehjänä. [2.]

## eParking

eParking on pysäköinnin hallinnan itsenäinen pilvipohjainen ohjelmisto, joka ei välttämättä edellytä eTolppa-järjestelmää. eParking-ohjelmisto tulee kuitenkin eTolppa-järjestelmän mukana ja tuo järjestelmään lisäominaisuuksia [4]. eParking-sovelluksen hinnat riippuvat kohteesta ja halutuista ominaisuuksista. Hinta keväällä 2018 on alimmillaan 15 euroa / kk yhdelle pysäköintialueelle. [6.]

## eParking käyttäjälle

Jos pysäköintialueella ei ole nimettyjä pysäköintipaikkoja, käyttäjä näkee eParking-sovelluksella reaaliaikaisesti vapaat pysäköintipaikat. Kertamaksullisilla pysäköintialueilla käyttäjä voi varata ja maksaa pysäköintipaikan mobiilisovelluksella. Käyttäjä voi myös ostaa itselleen enemmän sähköä esimerkiksi sähköauton lataukseen. [15.]

## eParking pysäköintipaikan hallinnoijalle

eParking-sovelluksella pysäköintialueen hallinnoija saa pysäköintitapahtumat paremmin haltuunsa. Hallinnoija saa näkyviin pysäköintialueen kokonaiskuvan sekä vapaat ja ruuhkautuneet alueet. eParkingilla voi hoitaa jonotuksen, asiakaskohtaisen kuukausilaskutuksen, erityyppisten pysäköintien hallinnan ja autopaikkojen myynnin.

*Pysäköinninvalvonta kameravalvonnalla* on myös saatavissa. Kameravalvontaan yhdistetty pysäköinninvalvonta voidaan toteuttaa rekisterikilven tunnistuksella. [16.]

*eParking+* on pysäköintitoiminnan kokonaispalvelu, joka sisältää kaikki asiakkaan tilaamat eTolppa- ja eParking-ominaisuudet. eParking+ tuo lisäominaisuutena dynaamisen hinnoittelun, eli pysäköinnin hintaa voidaan vaihtaa päivän aikana kellonaikojen tai muiden syiden perusteella. Mukaan tulee myös analytiikka ja ennustaminen. eParking+ antaa laajemmat asiakaspalvelut, esimerkiksi vikailmoitusten

ja ylläpidon vaatimat tilaukset voidaan välittää eteenpäin asiakkaan puolesta. eParking+-palvelun hinnat riippuvat kohteesta ja halutuista ominaisuuksista. Hinta keväällä 2018 on alimmillaan 50 euroa / kk yhdelle pysäköintialueelle. [4; 6.]

Asennukset ja kartoitukset tarjouspyyntönä

eTolppa-järjestelmän verkkosivuilla voi jättää tarjouspyynnön myös asennuksista. Asennukset ohjataan yhteistyökumppaneina toimiville sähköurakointiyrityksille.

Viankorjaukset ja ylläpito sähköurakoitsijoilta

eTolppa- ja eParking-järjestelmille ei ole tarjolla kuukausihintaisia viankorjaus-, huolto- tai ylläpitosopimuksia. Vikatilanteissa asiakas tilaa korjaukset haluamaltaan sähkö-asennusliikkeeltä. eParking+-palvelussa tilaukset voidaan tehdä asiakkaan puolesta. Viankorjauksen työt ja tarvittavat osat ovat maksullisia.

Kaikki tässä luvussa kerrotut tiedot eivät löydy eTolppa- ja eParking-verkkosivuilta. IGL-Technologiesin edustajan mukaan verkkosivut ovat päivittymässä. Ehkä suurin muutos aiempaan on, että vuonna 2018 eTolppa-järjestelmän hankkimalla saa samalla myös eParking-järjestelmän. [4.]

eTolppa- ja eParking-teknologiaa on käytössä myös Fortum Charge & Driven tarjoamassa Kotilataus taloyhtiöille -ratkaisussa. [17, s. 2; 2.]

## **2.2 Fortum Charge & Drive**

Fortum Charge & Drive on toinen suurista Suomessa toimivista latausoperaattoreista, Virta-latauspisteitä hallinnoivan Liikennevirta Oy:n ohella. Fortum Charge & Driven julkisia ja puolijulkisia latauslaitteita on vuoden 2018 keväällä Suomessa, Ruotsissa, Norjassa yhteensä lähes 1800. [18.]

Julkisten latauspisteiden latausoperaattori

Latausoperaattorina Fortum hallinnoi latauspisteitään yhtenäisenä kokonaisuutena, jolloin käyttäjä voi ladata autoaan miltä tahansa julkiselta tai puolijulkiselta Fortum Charge & Drive -latauspisteeltä. Lasku ohjautuu käyttäjälle tunnistautumisen perusteel-

la. Tunnistautuminen ja latauksen käynnistäminen voidaan tehdä internet-sivulla, matkapuhelinsovelluksella, tekstiviestillä tai RFID-avaimenperällä. Kuvassa 3 näkyvä RFID-tunniste voidaan tilata rekisteröidyttyäessä Fortum Charge & Drive -palveluun. RFID-tunnistetta käytettäessä lataus veloitetaan suoraan käyttäjän pankkitililtä. [19.]



Kuva 3. Käyttäjän tunnistautuminen RFID-tunnisteella [20].

Yritykset voivat saada näkyvyyttä liittämällä julkisen latauspisteensä Fortum Charge & Drive -latausverkostoon ja karttasivulle <https://map.chargedrive.com/>. Laitteiston täytyy olla palveluun yhteensopiva. Laitteiston voi hankkia esimerkiksi Fortum Charge & Driven verkkosivujen kautta. Fortum Charge & Drive -palveluun kuuluu latauslaitteiston 24/7-operointipalvelu, asiakaspalvelu sekä latauksen laskutuksen käsittely. Sopimuksista riippuen ylläpidon voi myös jättää Fortum Charge & Driven huolehdittavaksi. Palveluun liittynyt yritys voi itse määritellä latauslaitteensa käytön hinnat. Tästä johtuen Fortum Charge & Drive -lataushinnat vaihtelevat jonkin verran eri latauspisteillä. Hinnottelu voi perustua esimerkiksi minuutti- tai kWh-määrään. Hintaan voidaan lisätä erillinen aloitusmaksu. Hinnat voivat olla myös erisuuruisia eri käyttäjäryhmille. [21.]

Fortum Charge & Drive -latausratkaisut ovat suunnattuja erityisesti julkisille ja puolijulkisille latauspisteille. Niitä tarjotaan kuitenkin myös taloyhtiöille ja omakotitaloihin, tuotenimellä Fortum Charge & Drive -kotilataus. Fortum Charge & Drive tarjoaa laitteistot, asennuksen, huollon ja käytön palvelupaketteina.

## Fortum Charge & Drive -kotilataus taloyhtiöille

Fortum Charge & Drive -kotilataus taloyhtiöille on suunnattu taloyhtiöiden asukkaille. Palvelupaketin kuukausiveloitusta ei peritä taloyhtiöltä, vaan palvelun tilanneelta asukkaalta. Taloyhtiön maksettavaksi tulee kiinteistöön ja pysäköintialueelle tarvittava taloyhtiön latausvalmiuden luonti.

*Taloyhtiön latausvalmiuden luonti* sisältää latauskartoituksen ja palveluyhteyden luontin. Taloyhtiön latausvalmiuden luonti maksaa keväällä 2018 Fortumin taloyhtiösähköasiakkaille 1 200 euroa ja muille taloyhtiöille 1 500 euroa. Pelkkä latauskartoitus maksaa saman hinnaston mukaan 300 euroa. [22.]

*Latauskartoituksessa* tarkastetaan kiinteistön sähköverkon muutostarpeet. Muutostyöt eivät sisälly latausvalmiuden luontiin. Jos muutostyöt ovat välttämättömiä, ne täytyy tehdä ennen palveluyhteyden luontia.

*Palveluyhteyden luonti* tarkoittaa latauslaitteiden yhdistämistä pysäköintialueelta eParking-järjestelmään. eParking on IGL Technologiesin kehittämä itsenäinen tuote.

### Palvelupaketit

Asukkaan tilaama latauspaketti sisältää latauslaitteen asennuksen sekä halutun määrän sähköä. [22.]

Latauspaketteja on neljää eri kokoa. Kahteen pienimpään latauspakettiin tarjotaan latauslaitteeksi 3,7 kW:n yksivaiheista hidasta peruslaitetta. Pienin latauspaketti on tarkoitettu noin 35 km/vrk ajaville, esimerkiksi hybridautoilijoille. Siihen sisältyy lataussähköä 160 kWh/kk. Toiseksi pienin on 55 km/vrk ajaville tarkoitettu latauspaketti, jossa sähköä on 250 kWh/kk. [17, s. 3–4.]

Kahteen suurimpaan latauspakettiin tarjotaan tehokkaampaa latauslaitetta, tyypin 2 latausliitännällä sen saa kolmivaiheisena 11 kW:n tehoisena. Pienempi näistä latauspaketeista on tarkoitettu 75 km/vrk ajaville, sähkömäärältään se on 340 kWh. Kaikkein isoin latauspaketti on 100 km/vrk ajaville, siinä sähköä on 460 kWh.

Keväällä 2018 kaikkein pienin latauspaketti maksaa 50 euroa / kk ja suurimman hinta on 95 euroa / kk. [17, s. 3–4.]

Latauslaitteet mittaavat sähkönkulutuksen. Jos latauspakettiin sisältyvä kuukausittainen sähkömäärä ylittyy, Fortum Charge & Drive perii ylittävän osuuden asukkaalta. Taloyhtiö maksaa kiinteistön sähkölaskun, mutta Fortum Charge & Drive hyvittää asukkaalta perimänsä sähkön taloyhtiölle.

Taloyhtiön asukas voi myös vaihtaa latauspakettia. Ennen yksittäisen paketin tilausta pitää kuitenkin tilata taloyhtiölle räätälöity Fortum Charge & Drive -latausvalmiuden luonti, jossa muun muassa varmistetaan sähkönsyötön riittävyys. [17, s. 2–3.]

Taloyhtiöille tarjotaan latauslaitteiksi kolmea Satmaticin mallia. Kaikki ovat lataustavan 3 laitteita. Latausliitäntä on joko tyyppi 1 tai 2. Laitteiden mallit ovat kuvassa 4.

Mallit 8MMO4102L/R ja 8MMO3102K1/K2 ovat yksivaiheisia ja maksimiteholtaan 3,6 kW, laitteet sisältävät A-tyyppisen vikavirtasuojan. Kolmas malli on kolmivaiheinen 8MMO3302K1/K2, jonka maksimiteho on 11 kW. Se sisältää B-tyyppisen vikavirtasuojan. [17, s. 3–4.]



Kuva 4. Satmaticin laitteita Kotilataus taloyhtiöille -palveluun. 8MMO4102L/R on kulmi-  
kas, pistorasia on vasemmalla tai oikealla. 8MMO3302K1/K2 saadaan tyyppin 2  
pistorasialla tai tyyppin 1 tai 2 kiinteällä kaapelilla. 8MMO3102K1/K2 on tyyppin 1  
tai 2 kiinteällä kaapelilla. [17, s. 3–4.]

Lisämahdollisuuksina Fortum Charge & Drive tarjoaa taloyhtiöille eParking-järjestelmän käyttöä lämmitystolppien ohjaukseen, pysäköintipaikkojen vuokraukseen ja pysäköinninvalvontaan.

## Fortum Charge & Drive -kotilataus omakotitaloihin

Fortum Charge & Drive -kotilataus omakotitaloihin sisältää täysin samanlaiset latauspaketit kuin taloyhtiö-tuote. Pakettien hinnat ja sähkömäärät ovat täysin samat. Omakotitalo-versiossa asiakas ei tilaa latausvalmiuden luontia, vaan kirjaa itse asennuskartoitusslomakkeeseen tarvittavat tiedot ja ottaa sähkökeskuksesta ja asennuspaikasta valokuvat. Tämän perusteella asentaja pystyy ennalta varautumaan asennukseen. [23, s. 2–4.]

Omakotitaloon ostettu latauspaketti sisältää asennukseen 20 metriä kaapelin pintave-toa keskuksesta latauslaitteelle sekä kolme läpivientä. Mahdolliset maanrakennustyöt ja tolpan asennukset täytyy tilata erikseen. [24, s. 1.]

Omakotitaloille tarjotaan latauslaitteeksi seinään asennettavaa Charge Amps HALO Wallbox -latauslaitetta [23, s.4]. Laitetta saa sekä yksi- että kolmivaiheisena. Sen maksimiteho on kolmivaiheisena 11 kW. Laitteessa on 6 milliampeerin DC-vikavirtasuojaja, mutta A-tyyppin vikavirtasuojasta siinä ei ole. Keskukseen täytyy asentaa A-tyyppin vikavirtasuojaja, jolloin saadaan sama toiminnallisuus kuin yhdellä B-tyyppin vikavirtasuojalla. Charge Amps HALO Wallbox -latauslaitteessa on myös sukopistorasia. Laite saa tietoliikenneyhteytensä kodin langattoman WiFi-verkon kautta. [25; 26.]

### 2.3 Parkkisähkö

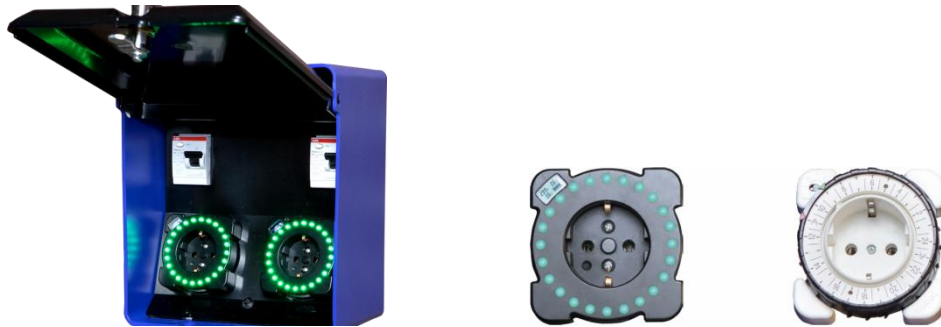
Parkkisähkö tarjoaa sähköauton lataukseen ulkoistettua, palvelupohjaista ratkaisua. Latauspisteinä käytetään hitaan lataustavan 2 älykkäitä autonlämmityspistorasioita, jolloin samalla tekniikalla onnistuu myös perinteisen lämmityslaitteen käyttö. Käyttäjät tunnistetaan sukopistotulppaan liitettyllä NFC-tunnisteella. Parkkisähkön tärkeimmät tuotteet ovat sukopistorasiallinen älymoduuli sekä latauspisteiden pikaliitin. Parkkisähköllä ei ole keväällä 2018 vielä yleisesti saatavana lataustavan 3 laitteita, mutta niitä on suunniteltu valikoimaan [27.]

#### Älymoduuli

Älymoduuli on hitaan lataustavan 2 pistorasiaksi asennettava, perinteisen mekaanisen kellokytkimen kokoinen laite (kts. kuva 5). Pistorasiana on vahvistettu ”super-schuko”. Älymoduuli sisältää pistorasian lisäksi samassa paketissa koko laitteen älyn ja NFC-

lukijan. Älymoduuli tunnistaa käyttäjän, mittaa sähkönkulutuksen ja pitää yhteyttä taustajärjestelmään mobiiliverkon 4G-liittymällä. [27.]

Asennustyön nopeuttamiseksi käytetään tehtaassa esiasennettua piharasiakoteloä, jossa älymoduuli on jo valmiina. Parkkisähkön laitevalmistajia ovat Satmatic (kuvassa 5) ja Fibox. Joissain tapauksissa voidaan asentaa pelkkä älymoduuli asiakkaan vanhaan piharasiakoteloon. [27.]



Kuva 5. Vasemmalla Satmaticin piharasiakoteloon asennettuina kaksi Parkkisähkön älymoduulia. Keskellä lähikuvassa älymoduuli ja oikeanpuoleisimpana valkoinen perinteinen mekaaninen kellokytkin. [28.]

Älymoduulia voidaan ohjata mobiilisovelluksella. Sukopistorasian ansiosta käyttäjä voi itse valita, käyttääkö hän saamaansa sähköä polttomoottoriauton lämmitykseen vai sähköauton lataamiseen [29]. Autonlämmityskäytössä taloyhtiön asukas voi laittaa sähkön saantiin ajastuksen.

Parkkisähkön järjestelmään on tulossa talvikaudella 2018–2019 kiinteistökohtainen mahdollisuus rajoittaa sähköautojen latausta kellonajan ja ulkolämpötilan perusteella. Tällä varmistetaan, että autonlämmitys onnistuu pakkas-aamuina oikeaan aikaan. Sähköautojen latausta voidaan yhtä hyvin tehdä myös keskellä yötä. [27.]

Parkkisähkön järjestelmässä on kuormanhallinta. Koska lataustapana on hidas lataustapa 2, kuormanhallinta tapahtuu päälle/pois -tyyppisesti, jolloin sukopistorasiaan tulee tai ei tule sähköä. Lataustapahtumat saadaan kuitenkin jonotukseen ja niiden priorisointi on mahdollista. [27.]



## Pikaliitin

Parkkisähkö on itse kehittänyt latauspisteisiin asennettavan pikaliittimen. Kuvan 6 pikaliitin on yhteensopiva moniin myynnissä oleviin autonlämmityksen piharasiakoteloihin. Yhteensopivuus edellyttää urosliittimen kiinnitysmahdollisuutta piharasiakotelon pohjaan. [27.]



Kuva 6. Parkkisähkön pikaliittinratkaisu [30].

Pikaliitin mahdollistaa pysäköintialueiden nopeat ja helpot muutokset vaihtuvien tilanteiden mukaan. Tulevaisuuden ratkaisuja varten Parkkisähkön pikaliittimen tehonkesto on  $2 \cdot 22 \text{ kW}$ . [27; 31.]

## Latauspisteen käyttö

Rekisteröitynyt käyttäjä tunnistetaan Parkkisähkön antamalla NFC-tunnisteella. Käyttäjä laittaa ohuen, muovisen NFC-tunnisteen suoraan latausjohdon sukopistotulpan kosketintappeihin. NFC-tunniste voidaan pitää jatkuvasti johdossa kiinni, jolloin samaa johtoa käytettäessä tunnistus tapahtuu automaattisesti. Älymoduulipistorasian pohjassa oleva NFC-lukulaite lukee pistotulpan NFC-tunnisteen tiedot. Tunnistautuminen tehdään samalla tavalla kaikissa Parkkisähkön latauspisteissä. [27; 29; 32.]

Kun käyttäjä on tunnistautunut, älymoduuli aloittaa sähkönkulutuksen mittauksen ja kytkee pistorasiaan sähkön. Auton akuston täytyessä sähkönkulutus lakkaa. Tällöin älymoduuli katkaisee sähkön ja kulutuksen mittaus lopetetaan. [27; 29.]

## Parkkisähkön julkiset ja puolijulkiset latauspisteet

Parkkisähköllä on joitain julkisia ja puolijulkisia hitaan lataustavan 2 latauspisteitä Helsingissä, Riihimäellä ja Tampereella, jotka näkyvät Parkkisähkön verkkosivulla <https://www.parkkisahko.fi/autoilijalle/julkiset-latauspisteet/>. Toistaiseksi latauspisteitä ei voi varata esimerkiksi mobiilisovelluksella. Latauspistettä voi käyttää, jos se on vapaana. Kevään 2018 hinnastossa Parkkisähkö veloittaa julkisissa latauspisteissään sähkön käytöstä 0,12 euroa / kWh. Muita maksuja julkisesta lataamisesta Parkkisähkö ei veloita. Latauspiste voi kuitenkin olla maksullisella pysäköintipaikalla, joka lisää latauksen kustannuksia. [29; 33.]

## Latausratkaisut taloyhtiöille, kiinteistöille ja pysäköintialueille

Ennen sähköauton latausta koskevia päätöksiä Parkkisähkö suosittelee tilaamaan Kartoituksen, jossa selvitetään kiinteistön sähköjärjestelmän kunto ja kapasiteetti. Latauspistettä haluava asukas voi neuvotella kartoituksen tilaamisesta taloyhtiön kanssa. Kartoituksen hinta taloyhtiöille ja kiinteistöille on vuoden 2018 keväällä noin 500 euroa. [29; 34.]

Parkkisähkö tarjoaa kahta erilaista ratkaisua sähköautojen lataamiseen. Toisessa vaihtoehdossa asennetaan vain yksittäisiä latauspisteitä autonlämmityksen piharasioiden tilalle, eikä pikaliittimiä käytetä. Toisessa ratkaisussa uusitaan kaapeloinnit ja asennetaan pikaliittimet kaikille pysäköintiruuduille. [35.]

## Yksittäisten piharasioiden vaihto latauspisteiksi

Yksittäisiä autonlämmityksen piharasioita voidaan vaihtaa älymoduulilaitteiksi. Tämä sopii tilanteeseen, jossa lataustarvetta on vain muutamilla asukkailla. Parkkisähkön, taloyhtiön ja asukkaan välisiin sopimuksiin tarvittavat lomakepohjat ovat Parkkisähkön verkkosivuilla. Kun sopimukset on tehty, asukas voi tilata omalla kustannuksellaan piharasian vaihdon suoraan Parkkisähköltä. Keväällä 2018 Parkkisähkö veloittaa yksittäisen älymoduulilaitteen aloitusmaksuna 250 euroa. Hinta sisältää asennustyön lisäksi myös piharasian kotelon. Älymoduuli-osa jää Parkkisähkön omistukseen ja siitä peritään latauspalvelun kuukausimaksu. Keväällä 2018 kuukausimaksu on 15 euroa/kk. [28; 36.]

## Pikaliitinratkaisu koko pysäköintialueelle

Pikaliitinratkaisua Parkkisähkö suosittelee silloin kun pysäköintialueen sähköistys on päätetty uusia kokonaan tai laajalta alueelta. Pikaliittimet asennetaan sähköistettävän pysäköintialueen kaikille pysäköintiruuduille ja sähkönsyötöt vedetään kiinteistön sähkökeskuksesta. Tilauksen voi tehdä vain taloyhtiö tai kiinteistön tai pysäköintialueen omistaja. Pikaliitinratkaisun hinta riippuu kohteesta. Latauspisteiksi tahdottavien pysäköintiruutujen pikaliittimiin asennetaan Parkkisähkön älymoduulilaitte. Jos pysäköintiruutuun ei haluta sähkönsyöttöä, pikaliitin jätetään tyhjäksi. Käyttöön asennetuista älymoduuleista peritään latauspalvelun kuukausimaksu. [31.]

## Sähkön laskutus

Taloyhtiö määrittelee autoilijalta perimänsä sähkön myyntihinnan. Taloyhtiön osuudeksi Parkkisähkö suosittelee 0,10 euroa / kWh. Taloyhtiön osuus kirjataan taloyhtiön ja Parkkisähkön väliseen sopimukseen. Parkkisähkö veloittaa sähkön autoilijalta ja hyvittää taloyhtiön osuuden taloyhtiölle. Autoilija joutuu maksamaan sähköstä hieman myös Parkkisähkölle. Keväällä 2018 Parkkisähkö veloittaa sähköstä 0,02 euroa / kWh, tällöin lopullinen sähkönhinta auton käyttäjälle on taloyhtiön osuus + Parkkisähkön osuus, esimerkiksi 0,10 euroa/kWh + 0,02 euroa/kWh = 0,12 euroa/kWh [36]. Suositushinnalla autoilija tulee siis maksaneeksi samaa sähkönhintaa Parkkisähkön julkisissa ja taloyhtiöiden yksityisissä latauspisteissä.

## 2.4 PlugIt

PlugIt Finland Oy eli PlugIt myy ja asentaa latauslaitteita, tarvittaessa suunnittelee järjestelmän, hoitaa ylläpidon ja haluttaessa myös käyttäjän laskutuksen. Hinnointelu on tapauskohtaista. PlugIt Finland asentaa myös julkisia latauspisteitä. PlugIt Finlandilla ei ole omaa latauspisteverkostoa. Sopimuksista riippuen PlugIt voi kuitenkin ylläpitää ja hallinnoida asiakkaille asentamiaan laitteita.

## Laitemyyntiä

PlugIt Finlandin myyntivalikoimaan kuuluu useita seinään asennettavia älykkäitä lataustavan 3 latauslaitteita. Useimpien virrankesto on 16 A. Laitteita saa yksi- ja kolmi-

vaiheisina, jolloin niiden maksimitehot ovat 3,6–11 kW. Laittevalmistajina löytyvät ABL Sursum, GE WattStation, Keba KeContact ja Schneider Electric EVlink. [37.]

Plugltin verkkokaupan tehokkaimmat laitteet ovat Keba KeContact P30 -sarjaa. Niiden virrankestot ovat 32 A, jolloin tyyppin 1 liitännällä maksimiteho on 7,4 kW ja tyyppin 2 kolmivaiheisella liitännällä 22 kW. Plugltin verkkokaupan tuotteita on kuvassa 7. Kuvassa olevien laitteiden hinnat keväällä 2018 ovat noin 900–1 800 euroa. [37.]



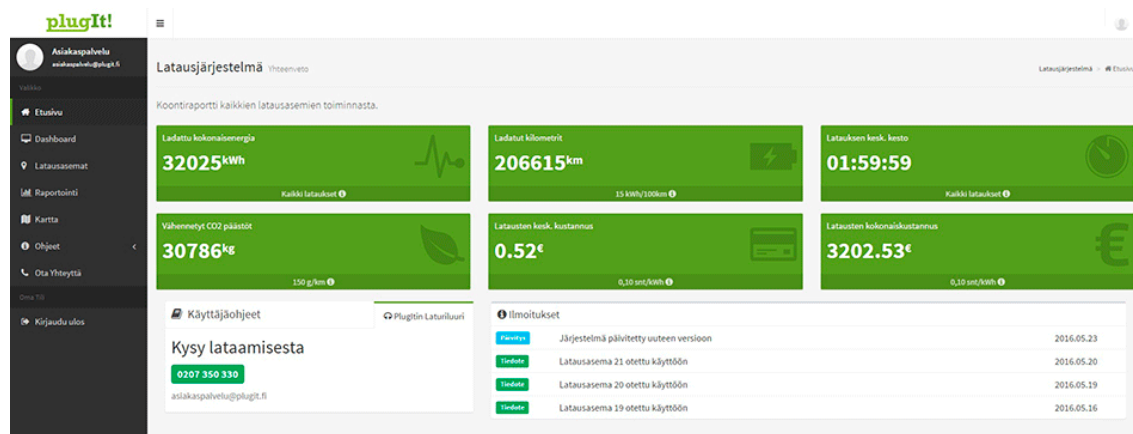
Kuva 7. Plugltin verkkokaupan tuotteita: Rasiomalliset ABL Sursum eMH1, GE WattStation ja Keba KeContact P30 c kulutusmittarilla. Viimeisenä on kiinteällä latauskaapelilla Schneider Electric EVlink WallBox. [37.]

Pluglt Finland ei tarjoa sukopistorasiallisen lataustavan 2 älykkäitä laitteita. Plugltin verkkokaupasta löytyy yksi sukopistorasiallinen malli, jota ei voi etäohjata. Kevään 2018 hinnastossa se maksaa 375 euroa. [37.]

Plugltin kautta saa hankittua myös järeämpiä laitteita, esimerkiksi Ensto Chago Pro, joita Pluglt on asentanut asiakkaidensa julkisiin ja puolijulkisiin latauspisteisiin. [38.]

#### Pluglt IoT Cloud -taustajärjestelmä

Latauspisteen omistajille tarjotaan Pluglt IoT Cloud -taustajärjestelmää laitteiden etähallintaan. Pluglt IoT Cloud on suunnattu latauspaikan omistajalle sekä laitteiden huoltajille. Pluglt IoT Cloud -taustajärjestelmään voidaan liittää kaikki OCPP-standardia tukevat latauslaitteet. Lataustapahtumat saadaan aloitettua ja lopetettua etänä, suojakomponentit testattua ja laitteet voidaan uudelleenkäynnistää. Raportteina saadaan esimerkiksi kuvassa 8 olevaan tapaan kaikkien latauspisteiden koontiraportti.



Kuva 8. PlugIt IoT Cloud -taustajärjestelmä tuo ylläpitäjälle etähallinnan ja raportoinnit [39].

Käyttäjistä voidaan luoda erilaisia ryhmiä ja liittää tapahtumat esimerkiksi asiakkaan omaan kanta-asiakkuusjärjestelmään. [39.]

## Palvelut

*Lataustapakartoitus* on palvelu, jota PlugIt tarjoaa kaikille kiinteistöille. Lataustapakartoituksessa käydään läpi aiemmin esitetyt yleiset latauskartoituksiin kuuluvat tarkastukset kiinteistön sähköjärjestelmään. [40; 41.]

*Asennuspalvelua* PlugIt tarjoaa myymiinsä kotilatauslaitteisiin. Palvelu sisältää lataustapakartoituksen, latauslaitteen seinäasennuksen, kaapelin pinta-asennusta 15 metriä suoraan sähkökeskukselta, läpiviennin puurakenteeseen ja käyttöönottotarkastuksen. Tarvittaessa asennetaan myös laitekohtainen vikavirtasuojia. Mahdolliset maanrakennustyöt eivät sisälly hintaan. [42.]

## Kaikki ratkaisut tapauskohtaisia

PlugIt Finland ei tarjoa kiinteähintaisia latauspalvelupaketteja. Kaikki ratkaisut hinnoitellaan ja toteutetaan kohdekohtaisesti. PlugIt tarjoaa latausjärjestelmien toimituksia myös kokonaisuutena, johon voivat kuulua lataustapakartoitus, latauslaitteet, latauskeskus, niiden asennukset, latauspaikkamerkinnot ja opasteet. Sopimusten mukaan PlugIt voi huolehtia myös järjestelmän viankorjauksista, huolloista ja ylläpidosta ja tarjoaa koulutusta ja neuvontaa. Ratkaisujen sisällöt voivat vaihdella suuresti. Niiden hinnat ovat sopimuskohtaisia. [43.]

Kaikki latausratkaisut tehdään lataustavalla 3. Yleensä latauspisteisiin ei ole saatavina ajastuksia. Lähtökohtana on, että sähköautoa pyritään lataamaan aina kun se on lataukseen kytkettynä. [44.]

PlugIt Finland on selvästi panostanut internet-sivuihinsa myös sähköautoilun yleisen kiinnostavuuden lisäämiseksi. Sivuilta löytyy paljon hyödyllistä tietoa sähköauton lataamisesta. Sukopistorasioiden käyttöön PlugIt Finland ei kuitenkaan suhtaudu myönteisesti. [45.]

Latauspisteiden toteutuksissa, hallinnassa ja ylläpidossa PlugIt Finland tekee yhteistyötä esimerkiksi HOK-Elannon ja K-ryhmän kanssa. [46.]

## 2.5 Virta

Liikennevirta Oy eli Virta on toinen suurista Suomessa toimivista latausoperaattoreista Fortum Charge & Driven ohella. Liikennevirta Oy on useiden suomalaisten sähköyhtiöiden vuonna 2013 perustama yhteisyritys. Liikennevirran hallinnoimia latauspisteitä on Suomen lisäksi kymmenessä eri maassa. Suomessa esimerkiksi sähköyhtiöt voivat tarjota omalla brändillään Virran palveluita. Ulkomailta Virran palveluita hyödyntävät myös toiset latausoperaattorit. [47.]

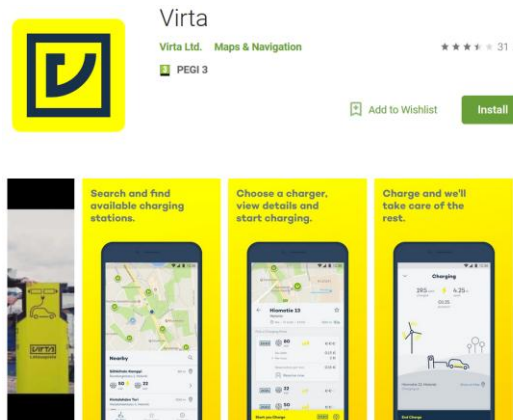
Julkisia, puolijulkisia ja yksityisiä Virta-latauspisteitä

Liikennevirta Oy hallinnoi latausoperaattorina Virta-latauspisteitä yhtenäisenä verkkona, jolloin käyttäjä voi ladata autoaan miltä tahansa julkiselta tai puolijulkiselta Virta-latauspisteeltä. Lasku ohjautuu käyttäjälle tunnistautumisen perusteella. Virta hoitaa myös latauspisteiden asiakaspalvelun. [48; 49.]

Julkisten latausasemien omistajia voivat olla esimerkiksi paikalliset energiayhtiöt, kuten Helsingin alueella Helen Oy. Puolijulkisia latauspisteitä omistavat monet huoltoasemat, kaupalliset pysäköintilaitokset, kauppaketjut ja muut yritykset. Latausoperaattorina toimiva Liikennevirta Oy ei itse omista latauspisteitä. [48; 49.]

Latauspisteiden käytön hinnat ja myös veloitusperusteet vaihtelevat eri paikoissa. Latauspisteen omistaja määrää latauspisteensä maksut. Liikennevirta veloittaa ne käyttäjiltä. Latauksen hinta voi perustua siihen käytettyyn aikaan, sähkön määrään tai mo-

lempiin. Lataus voi olla myös ilmaista. Kaikkien julkisten ja puolijulkisten Virta-latauspisteiden sijainnit, latausliitännät ja hintatiedot näkyvät kuvassa 9 esitellystä Virran mobiilisovelluksesta sekä karttasivulta <https://app.virta.global/>. [50.]



Kuva 9. Virta-mobiilisovellus Google Play -kaupassa [51]. Virran lisäksi myös joillain muilla latauspalvelujen tarjoajilla on omia mobiilisovelluksiaan.

Virta-latauspisteellä tunnistautuminen ja latauksen käynnistys on mahdollista internet-selaimella, iOS- tai Android-mobiilisovelluksella, tekstiviestillä, RFID-avaimenperällä tai RFID-latauskortilla. Lataus pitää aloittaa ja lopettaa samaa tunnistustapaa käyttäen. Latauspisteelle matkalla oleva autoilija voi varata latauspisteen käyttöönsä lyhyeksi ajaksi. Latauksen edistymisen näkee mobiilisovelluksella. [50; 52, s. 17.]

Yksityisen latauspisteen Virta-palvelussa käyttäjä voidaan tunnistaa samalla tavalla kuin julkisilla latauspisteillä. [53; 54.]

Latauspalvelupaketit Virta Business, Virta Kiinteistö ja Virta Koti

Virta myy latauspalveluitaan paketteina, jotka lähtökohtaisesti sisältävät latauspalvelun lisäksi myös laitteen. Latauspalvelut ovat erihintaisia ja erilaisiin käyttötarkoituksiin suunnattuja. Alla on esitelty Virta-latauspalvelujen vakio-ominaisuuksia. Näiden lisäksi latauspalveluihin voidaan tilata lisäominaisuuksia. Myös laitevalikoimaa voidaan laajentaa, tilattavissa on esimerkiksi järeä pikalatauslaite Ensto Chago Power. [55.]

Laitteet myydään kytkeykauppana, johon sisältyy Virta-palvelu 36 kuukaudeksi. Asennukset, kartoitukset ja muut työt eivät sisälly hintaan.

*Virta Business -latauspalvelu* on suunnattu julkisille ja puolijulkisille latauspisteille. Tävoitteena on tällöin saada yritykselle näkyvyyttä ja houkutella sähköauton käyttäjiä yrityksen asiakkaiksi, esimerkiksi ravintolaan syömään latauksen ajaksi. Latauspiste näkyy julkisesti Virta-latauspisteiden karttasivulla. Virta Business -palvelussa käyttäjäryhmäkohtaista rajoitusta ei voi tehdä, vaan lataaminen on aina sallittu kaikille käyttäjille. [56; 57.]

Virta Business -latauspalveluun myydään vakioratkaisuina laitteita ICU Eve Mini, ICU Eve ja Ensto Chago Pro. Mainituilla laitteilla 36 kk Virta Business -palvelun hinnat keväällä 2018 ovat noin 2 700 euroa, 5 100 euroa ja 6 100 euroa. [58.]

*Virta Kiinteistö -latauspalvelu* on taloyhtiöiden, työpaikkojen ja liikekiinteistöjen yksityisiä latauspisteitä varten. Latausmahdollisuus annetaan tällöin vain tietyille käyttäjäryhmille. Latauspisteen omistaja määrää tässäkin tapauksessa latauksen hinnat. Sopivan suurella latausmaksulla voidaan esimerkiksi periä investoinnin kustannuksia latauspisteen käyttäjiltä. Virta veloittaa latauksen suoraan käyttäjältä ja tilittää tulot latauspisteen omistajalle kuukausittain. [54; 59, s. 4.]

Virta Kiinteistö -latauspalveluun myydään laitteita ICU Eve Mini, ICU Eve ja Ensto Chago Pro. Kiinteistö-latauspalvelu on hinnoiteltu Business-palvelua halvemmaksi. Vakio-laitevaihtoehtoilla 36 kk Virta Kiinteistö -palvelun hinnat keväällä 2018 ovat noin 2 100 euroa, 4 200 euroa ja 5 200 euroa. [60.]

*Virta Koti -latauspalvelu* on omakotitaloille. Sähköliittymän tulee olla palvelun tilaajan omistuksessa. Tunnistautuminen tapahtuu samoin kuin muissakin Virta-latauspalveluissa. Koti-latauspalvelussa käyttäjä saa hieman lisää hallintaoikeuksia laitteistonsa. Mobiilisovelluksella käyttäjä voi tilanteen seuraamisen lisäksi myös säätää lataustehoa etänä. Latauksen voi ajastaa. Pörssisähköä käyttävät voivat halutesaan asettaa latauksen tapahtumaan myös Nord Pool Spot -hintojen mukaisesti, vuorokauden halvimmilla tunneilla. [61.]

Virta Koti -latauspalveluun tarjotaan laitteeksi vakioratkaisuna vain ICU Eve Mini. Virta Koti on kaikkein edullisin Virran tarjoamista latauspalveluista. ICU Eve Mini -laitteella 36 kk Virta Koti -palvelun hinta keväällä 2018 on noin 1 500 euroa. [62.]



## Virta-latauspalveluiden vakiolaitteet

Tarjotut laitevaihtoehdot ja hinnat riippuvat tilattavasta Virta-latauspalvelusta. Virta Kiinteistö -latauspalveluun tarjottavat vakiolaitteet ovat kuvassa 10.



Kuva 10. Latauslaitteet ICU Eve Mini, ICU Eve ja Ensto Chago Pro [54; 63; 64; 65].

*ICU Eve Mini* on seinään asennettava latauslaite, jossa on vain yksi lataustavan 3 tyyppin 2 latauspistorasia. Laitteesta on saatavana eri teholuokan malleja. Sen pienin latausteho on 3,7 kW yksivaiheisena, suurin latausteho on 22 kW kolmivaiheisena. ICU Eve Minissä on tarkka MID-sertifioitu kWh-mittari. Laite on OCPP-yhteensopiva. Laitteessa ei ole ylivirtasuojaa eikä vikavirtasuojaa. Ne tarvitaan keskukseseen laitetta syöttävään ryhmäjohtoon, joten laitetta ei voi ketjuttaa.

*ICU Eve* on kahden auton yhtäaikaiseen lataamiseen soveltuva latauslaite. Muilta ominaisuuksiltaan laite vastaa ICU Eve Miniä.

*Ensto Chago Pro* on maassa omalla rungollaan seisova järeä latauslaite kahdella tyyppin 2 latauspistorasialla. Chago Pro -laitteeseen voi saada MID-hyväksytyn energiamittarin. Tarjolla olevassa mallissa ei ole tästä mainintaa. Kommunikaatioprotokollana toimivat OCPP 1.5 ja 1.6. Laitevalmistaja Enston tuotetietojen mukaan Chago Pro:ssa on vakiona ylivirtasuojaus ja A-tyypin vikavirtasuojus [66.]. Virta-latauspalvelun tilausivulla tuotteessa sanotaan olevan tasasähkön 6 mA:n vikavirtasuojaus. [66, s. 27; 67.]

Kaikissa kolmessa edellä olevassa laitteessa latausliitäntöinä ovat lataustavan 3 tyyppin 2 latauspistorasiat ja maksimilatausteho 22 kW ( $3 \cdot 32 \text{ A}$ ). [54.]

Liikennevirran edustajan mukaan Suomessa ei edellytetä energiankulutuksen mittauksessa MID-hyväksyttyä mittaria, toisin kuin esimerkiksi Saksassa [55]. Sama tilanne koskee muidenkin palveluntarjoajien latausratkaisuja.

### Taustajärjestelmä

Kaikki Virta-latauspalvelun laitteet on liitetty OCPP-protokollan avulla Virran taustajärjestelmään, joka tuo niihin aiemmin selostetut Virta-latauspisteiden ja Virta-latauspalvelupakettien toiminnot. Taustajärjestelmällä asiakkaan laitteisiin saadaan pilvipohjainen, dynaaminen kuormanhallinta. [55.]

### Kartoitus- ja asennuspalvelut eivät ole oletuksena

Liikennevirran edustaja kertoi kysyttäessä, että he voivat järjestää myös laitteiden asennuksen [55]. Virran internet-sivuilla tätä mahdollisuutta ei tuotu ilmi. Lähtökohtaisesti asiakas tilaa tarvitsemansa kartoitus- ja asennuspalvelut itse, haluamastaan sähköasennusliikkeestä. Virran latauspalvelupakettien mukana myytävät latauslaitteet ovat valmiiksi konfiguroituja Virta-palveluun. Asennuksen jälkeen käyttäjä ilmoittaa laitteen tiedot ja osoitteen Virran asiakaspalveluun. Latauslaitteen asennuspaikassa täytyy toimia vähintään 2G-mobiilidatayhteys. [56.]

**Liitteen lähteet**

- 1 Kiinteistöjen latauspisteet kuntoon. Latauspisteopas. 2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy.  
<[https://www.motiva.fi/files/12544/Kiinteistojen\\_latauspisteet\\_kuntoon\\_Paivitetty\\_14.03.2017.pdf](https://www.motiva.fi/files/12544/Kiinteistojen_latauspisteet_kuntoon_Paivitetty_14.03.2017.pdf)>. 14.3.2017. Luettu 18.1.2018.
- 2 Ivaine, Alexander. Toimitusjohtaja, IGL-Technologies Oy. Sähköpostiviesti 27.2.2018.
- 3 Avoimuus ratkaisevaa latauspisteiden perustamisessa. 2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy.  
<[https://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan\\_tiedotteet/2017/avoimuus\\_ratkaisevaa\\_latauspisteiden\\_perustamisessa.12206.news](https://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan_tiedotteet/2017/avoimuus_ratkaisevaa_latauspisteiden_perustamisessa.12206.news)>. 22.8.2017. Luettu 18.1.2018.
- 4 Ivaine, Alexander. Toimitusjohtaja, IGL-Technologies Oy. Puhelinkeskustelu 5.4.2018.
- 5 Sovelluksia teolliseen Internetiin. 2017. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <igl.fi>. 2017. Luettu 15.2.2018.
- 6 Hinnoittelu. 2017. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy.  
<<https://etolppa.fi/fi/pricing>>. 2017. Luettu 8.5.2018.
- 7 eTolppa taloyhtiöille. 2017. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy.  
<<https://etolppa.fi/fi/manager>>. Luettu 5.4.2018.
- 8 eTolppa-järjestelmän suunnitteluohje. 2014. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf>> 31.10.2014. Luettu 27.2.2018.
- 9 Satmatic. 2018. Verkkokauppa. Verkkoaineisto.  
<[www.satmatic.fi/index.php?module=ekauppa&type=6&search=etolppa](http://www.satmatic.fi/index.php?module=ekauppa&type=6&search=etolppa)>. Luettu 30.3.2018.
- 10 Finpilar sähköajoneuvojen lataus IEC 61851-1. 2016. Verkkoaineisto. KK-Sähkötukku Oy. <[www.kk-sahkotukku.fi/Tuoteluettelo/Finpilar-FP-pistorasiapilarit.pdf](http://www.kk-sahkotukku.fi/Tuoteluettelo/Finpilar-FP-pistorasiapilarit.pdf)>. Luettu 30.3.2018.
- 11 Sähkö- ja hybridautojen lataus. 2017. Verkkoaineisto. Tehomen Oy.  
<[www.tehomen.fi/?sivu=etolppa](http://www.tehomen.fi/?sivu=etolppa)>. Luettu 29.3.2018.

- 12 Satmatic. eTolppa. Verkkoaineisto. <[www.satmatic.fi/eTolppa/ekauppa/g110/](http://www.satmatic.fi/eTolppa/ekauppa/g110/)>. Luettu 29.3.2018.
- 13 eTolppa-järjestelmän suunnitteluohje. 2018. IGL-Technologies. 1.1.2018.
- 14 Zigbee: The Open, Global Wireless Standard for Connecting Everyday Devices. 2017. Verkkoaineisto. ZigBee Alliance. <[www.zigbee.org/zigbee-for-developers/](http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/)>. Luettu 12.3.2018.
- 15 eParking. 2017. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://www.eparking.fi/>>. Luettu 5.4.2018.
- 16 eParking, Pysäköinnin hallinta. 2017. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://etolppa.fi/fi/parking>>. Luettu 29.3.2018.
- 17 Fortum Charge & Drive -kotilataus taloyhtiöihin. 2017. Verkkoaineisto. Fortum. <[https://www.fortum.fi/sites/g/files/rkxjap156/files/documents/taloyhtioesite\\_fortum-charge\\_drive\\_kotilataus\\_esite\\_taloyhtiot\\_003\\_.pdf](https://www.fortum.fi/sites/g/files/rkxjap156/files/documents/taloyhtioesite_fortum-charge_drive_kotilataus_esite_taloyhtiot_003_.pdf)>. Luettu 8.5.2018.
- 18 Sähköautoilu - Fortum Charge & Drive. 2017. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/lataus>>. Luettu 30.3.2018.
- 19 Fortum Charge & Driven asiakaspalvelu. 2018. Sähköpostiviesti 23.3.2018.
- 20 Sähköauton lataaminen Charge&Drive -verkostossa veloitetaan maksukortiltasi. 2017. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/kotiasiakkaille/asiakaspalvelu/laskutus-ja-maksaminen>>. Luettu 6.4.2018.
- 21 Fortum Charge & Drive - tietoa meistä. 2017. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/fortum-charge-drive-tietoa-meista>>. Luettu 26.2.2018.
- 22 Sähköauton kotilataus. 2017. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/kotilataus>>. Luettu 8.5.2018.
- 23 Fortum Charge & Drive -kotilataus omakotitaloihin. 2017. Verkkoaineisto. Fortum. <[https://www.fortum.fi/sites/g/files/rkxjap156/files/documents/okt\\_esite\\_fortum-charge\\_drive\\_kotilataus\\_esite\\_omakotitalot.pdf](https://www.fortum.fi/sites/g/files/rkxjap156/files/documents/okt_esite_fortum-charge_drive_kotilataus_esite_omakotitalot.pdf)>. Luettu 8.5.2018.

- 24 Sopimusehdot, Fortum Charge & Drive kotilatauspalvelu. 2017. Verkkoaineisto. Fortum Markets Oy. <[https://kotilataus.fortum.fi/assets/files/hc\\_terms\\_and\\_conditions.pdf](https://kotilataus.fortum.fi/assets/files/hc_terms_and_conditions.pdf)>. 12/2017. Luettu 2.4.2018.
- 25 Products. Halo Wallbox. 2018. Verkkoaineisto. Charge Amps. <<http://charge-amps.com/products/>>. Luettu 30.3.2018.
- 26 Kotilataus-tilaus. 2018. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://kotilataus.fortum.fi/selfservice>>. Luettu 31.3.2018.
- 27 Järvi, Joel. 2018. Tuotepäällikkö, Parkkisähkö Oy. Puhelinkeskustelu 13.3.2018.
- 28 Onko taloyhtiössänne jo sähköauto?. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/wp-content/uploads/2018/05/Parkkisahko-taloyhtiopaketti.pdf>>. Luettu 8.5.2018.
- 29 Parkkisähköltä usein kysyttyjä kysymyksiä. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/parkkisahko-oy/usein-kysytyt-kysymykset/>>. Luettu 8.5.2018.
- 30 Palvelu. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/ratkaisu/>>. Luettu 13.3.2018.
- 31 Sähköauton latausvalmius koko pysäköintialueelle. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/tuotteet/sahkoistystyot/>>. Luettu 8.5.2018.
- 32 Aloituspaketti. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/autoilijalle/aloituspaketti/>>. Luettu 16.3.2018.
- 33 Parkkisähkön julkiset latauspisteet. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/autoilijalle/julkiset-latauspisteet/>>. Luettu 16.3.2018.
- 34 Kartoitus. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <[www.parkkisahko.fi/tuotteet/kartoitus/](http://www.parkkisahko.fi/tuotteet/kartoitus/)>. Luettu 8.5.2018.
- 35 Parkkisähkön palvelutuotteet taloyhtiöille ja kiinteistöille. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/tuotteet/>>. Luettu 8.5.2018.

- 36 Parkkisähkön palvelutuotteet taloyhtiöille ja kiinteistöille. 2018. Verkkoaineisto. Parkkisähkö Oy. <<https://www.parkkisahko.fi/tuotteet/>>. Luettu 8.5.2018.
- 37 Sähköauton latauslaitteet. 2018. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://kauppa.plugin.fi/?lang=fi-FI>>. Luettu 8.5.2018.
- 38 Hinnasto: Chago Pro -latauslaitteet. 2018. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/fi-fi/article/etusivu/hinnasto-chago-pro-latauslaitteet/479/>>. Luettu 8.5.2018.
- 39 Taustajärjestelmä – yhteenveto lataustapahtumista. 2018. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/fi-fi/taustajarjestelma/ratkaisut-ja-palvelut/267/>>. Luettu 8.4.2018.
- 40 Lataustapakartoitus varmistaa turvallisen lataamisen. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/fi-fi/article/lataaminen/lataustapakartoitus/119/>>. Luettu 7.4.2018.
- 41 Kiinteistön kartoitusta latauslaitteiden asennuksien varten. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/fi-fi/article/etusivu/kiinteiston-kartoitussahkoauton-lataamiseen/443/>>. Luettu 7.4.2018.
- 42 Kotilatauslaitteen asennuspalvelun sisältö. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/fi-fi/article/palvelut/kotilatauslaitteen-asennuksen-sisalto/80/>>. Luettu 7.4.2018.
- 43 Sähköautojen latauslaitteet toimitiloihin, liikepaikoille ja julkisiin kohteisiin. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy.
- 44 Aaltonen, Topi. 2018. Myynti- ja markkinointijohtaja, PlugIt Finland. Puhelinkeskustelu 19.3.2018.
- 45 Etusivu. 2018. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/>>. Luettu 7.4.2018.
- 46 Plugitin toteuttamia kohteita. Verkkoaineisto. PlugIt Finland Oy. <<https://plugin.fi/fi-fi/referenssit/262/>>. Luettu 4.4.2018.
- 47 Mikä Virta?. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi-mikavirta>>. Luettu 20.3.2018.

- 48 Sähköautoilija. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi-sahkoautoilija>>. Luettu 20.3.2018.
- 49 Julkinen latausverkosto. 2018. Verkkoaineisto. Helen. <<https://www.helen.fi/sahko/taloyhtiot/sahkoautojen-lataus/lataus/>>. Luettu 20.3.2018.
- 50 FAQ. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/usein-kysytyt-kysymykset>>. Luettu 20.3.2018.
- 51 Apps. Virta. 2018. Verkkoaineisto. Google Play. <<https://play.google.com/store/apps/details?id=fi.virta>>. Luettu 7.4.2018.
- 52 Sähköauton lataamisen perusteet. 2017. Verkkoaineisto. Virta. <[www.virta.global/opas-sahkoauton-lataamiseen](http://www.virta.global/opas-sahkoauton-lataamiseen)>. Luettu 21.3.2018.
- 53 Virta Koti. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi-koti>>. Luettu 21.3.2018.
- 54 Virta Kiinteistö. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi-kiinteisto>>. Luettu 21.3.2018.
- 55 Koski, Janne. 2018. Myyntijohtaja, Liikennevirta Oy. Puhelinkeskustelu 22.3.2018.
- 56 Tietoa palvelusta. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <<https://kauppa.virta.fi/pages/tietoa-palvelusta>>. Luettu 21.3.2018.
- 57 Virta Business. 2018. Verkkoaineisto. Virta. <[www.virta.global/fi-business](http://www.virta.global/fi-business)>. Luettu 20.3.2018.
- 58 Virta Business. 2018. Verkkoaineisto. Virta Kauppa. <<https://kauppa.virta.fi/collections/virta-business-latauspalvelu-1>>. Luettu 8.5.2018.
- 59 Sähköauton lataus taloyhtiössä. 2017. Verkkoaineisto. Virta. <[www.virta.global/sahkoauton-lataus-taloyhtiossa](http://www.virta.global/sahkoauton-lataus-taloyhtiossa)>. Luettu 25.3.2018.

- 60 Virta Kiinteistö. 2018. Verkkoaineisto. Virta Kauppa.  
<<https://kauppa.virta.fi/collections/virta-kiinteisto-latauspalvelu>>.  
Luettu 8.5.2018.
- 61 Maailman älykkäin sähköautojen kotilatauspalvelu. 2016. Verkkoaineisto. Liikennevirta Oy. <<https://www.virta.global/news-fi/maailman-%C3%A4lykk%C3%A4ins%C3%A4hk%C3%B6autojen-kotilatauspalvelu>>. 29.12.2016. Luettu 20.3.2018.
- 62 Virta Koti. 2018. Verkkoaineisto. Virta Kauppa.  
<<https://kauppa.virta.fi/collections/virta-koti-latauspalvelu>>. Luettu 8.5.2018.
- 63 ICU Eve Mini. 2018. Verkkoaineisto. TecGadgets.de GmbH.  
<<https://www.plugconnect.de/Ladestationen/Wallboxen/ICU-Eve-Mini-Typ-2-Dose-bis-22-kW.html>>. Luettu 7.4.2018.
- 64 Virta Kiinteistö & ICU Eve. 2018. Verkkoaineisto. Virta Kauppa.  
<<https://kauppa.virta.fi/collections/virta-kiinteisto-latauspalvelu/products/virta-kiinteisto-icu-eve>>.  
Luettu 8.5.2018.
- 65 Chago Pro. 2018. Verkkoaineisto. Ensto.  
<<https://www.ensto.com/fi/tuotteet/sahkoauton-lataus/chago-pro/>>.  
Luettu 7.4.2018.
- 66 Chago Pro and Chago Premium EVF200/100 and EVC200/100. Asennusohje. 2017. Ensto Chago. 30.3.2017. Porvoo: Ensto Chago Oy.
- 67 Chago Pron tekniset tiedot. 2018. Verkkoaineisto. Virta.  
<<https://kauppa.virta.fi/pages/chago-pron-tekniset-tiedot>>. Luettu 22.3.2018.